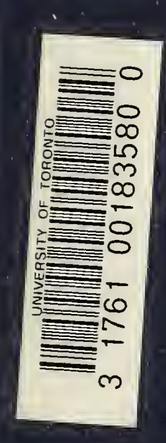

UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 00183580 0

CORRESPONDANCE
SUR L'ÉCOLE
IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

A L'USAGE DES ÉLÈVES DE CETTE ÉCOLE,

Jean Nicolas Pierre

PAR M. HACHETTE,

Professeur de Mathématiques et de Physique des Pages de LL. MM. II., Instituteur à l'Ecole Polytechnique.

Avril 1804. —— Mai 1808.

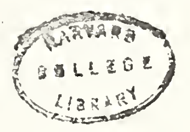
TOME PREMIER.

A PARIS,

Chez BERNARD, Libraire de l'Ecole Impériale Polytechnique.

M. DCCC. VIII.





Les premiers Instituteurs de l'École Polytechnique ont jetté les fondemens de la réputation dont cet établissement jouit; ses Élèves l'ont agrandie, et par leurs succès dans les sciences, et par les services qu'ils rendent chaque jour à l'État.

Depuis treize ans que l'École Polytechnique est fondée, 4502 Candidats se sont présentés aux examens pour y être reçus comme Élèves; 1980 y ont été admis; et de ceux-ci, 800 servent comme Officiers dans les corps militaires, et 400 dans les corps civils.

Entretenir l'émulation dans les Écoles publiques, donner au Gouvernement des Ingénieurs instruits et doués de toutes les vertus militaires, élever pour les sciences des hommes capables de remplacer ceux dont les ouvrages font l'honneur de ce siècle, tel est l'objet de l'École Polytechnique; c'est vers ce but honorable que sont dirigés tous les efforts du Conseil d'instruction, du Gouverneur et de tous les chefs de cette École.

Mai 1808.

CORRESPONDANCE
SUR
L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

N°. 1. *Germinal an XII* (Avril 1804).

Rédigée par M. Hachette.

Les deux lettres suivantes indiquent ce qui a fait naître l'idée de cette correspondance, et font connoître le but que les auteurs s'y sont proposé.

LETTRE

DE M.... INSTITUTEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Liége, à la Chartreuse, le.......

Je regrette bien, mon cher collègue, que vous ne soyiez pas du voyage que les vacances me permettent de faire; vos connoissances en histoire naturelle nous seroient infiniment précieuses dans le pays que nous visitons; de tous côtés vous verriez l'industrie la plus active; la nature ou l'art offre à chaque pas un nouveau spectacle; près des mines abondantes en fer et en houille, on trouve de hauts fourneaux, des affineries, des refenderies, des laminoirs à petite et grande tole, des fabriques d'armes etc.; en un mot tous les moyens d'exploiter les mines avec la plus grande économie et d'employer de la manière la plus utile les produits de l'exploitation. De vastes canaux souterrains formés par l'extraction des charbons de terre, des amas de minéraux portant l'empreinte de leur formation et des changemens qu'ils ont éprouvés, tous ces objets seroient

pour vous d'un intérêt d'autant plus grand, que vos connoissances en géologie sont plus étendues. Ces jouissances ne sont pas les seules que vous ayez à regretter ; le plus grand bonheur que nous puissions goûter est sans contredit celui de rencontrer, par-tout où il y a des travaux publics à diriger, d'anciens élèves de l'École polytechnique, remplissant avec zèle et succès, les fonctions d'ingénieurs, aimant l'École et ses professeurs, ayant les uns pour les autres cet amour durable, fondé sur les sentimens généreux qui animent la grande famille vouée aux arts et aux sciences Chacun d'eux s'informe des personnes qui composoient l'École à l'époque où il s'y est trouvé; l'instruction, les travaux particuliers des élèves et des professeurs, sont le sujet de mille questions diverses; tous sentent le besoin d'entretenir une correspondance avec la mère école, et ce besoin est d'autant plus vif qu'il en sont plus éloignés : pour répondre à un vœu aussi généralement exprimé, je vous propose de faire imprimer des feuilles de correspondance principalement destinées aux élèves de l'École polytechnique; cette correspondance feroit connoître les travaux particuliers des professeurs, les changemens apportés dans les méthodes d'enseignement, les acquisitions faites en modèles, instrumens de physique et autres objets servant à l'instruction.

Les élèves qui suivent la carrière des sciences, ceux qui remplissent les fonctions d'ingénieur dans les services publics, apprendront par ces feuilles les succès qu'ils auront obtenus dans la partie à laquelle ils se sont livrés. En attendant, mon cher collègue, que reprenant l'histoire de l'École polytechnique, depuis son origine, vous ayez publié les traits de génie, les actes de bravoure et d'héroïsme par lesquels plusieurs de nos élèves se sont si éminemment distingués, je vous offre pour la première feuille de la correspondance que je propose, une notice sur les travaux de l'année qui vient de s'écouler. Avant d'entrer dans les développemens qui seront l'objet des feuilles suivantes, j'ai pensé qu'il étoit nécessaire de faire connoître la marche actuelle de l'instruction; c'est pourquoi je joins à la notice un tableau qui indique l'ordre des cours, leur durée et les noms des professeurs qui en sont chargés. H. C.

RÉPONSE DE M. L^{er}.***

Votre lettre, mon cher collègue, m'a rappelé les sensations de ma jeunesse, lorsque plein de santé, nourri des sublimes écrits des Jean-Jacques, des Linnœus, des Gesner, des Saussure, je portois mon enthousiasme sur tout ce que la nature offre d'intéressant à l'homme qui ose l'interroger; mais n'y a-t-il pas un peu de cruauté de votre part d'approcher comme vous l'avez fait le vase du bonheur près des lèvres du pauvre Tantale enchaîné par ses devoirs au sol stérile de la grande cité ?

Je ne vous pardonne ce mauvais tour qu'en faveur du projet de correspondance qui vous a été inspiré au milieu de ces jouissances que je regrette tant de ne pouvoir partager. Un projet conçu sous de pareils auspices, ayant pour but unique celui d'être agréable et utile aux anciens élèves de l'École déjà disséminés sur la surface entière du globe, ce projet sourit à mon imagination. J'accepte avec empressement la proposition que vous me faites d'y coopérer pour les objets qui sont à ma portée.

Le contingent que je puis fournir dans cette tâche commune, sera sans doute bien modique, mais les élèves sauront l'apprécier à sa foible valeur, et vous n'aurez à partager avec personne le tribut de leur reconnoissance pour le sacrifice que vous leur faites d'un tems si précieux pour celui qui, comme vous, cultive à-la-fois toutes les branches des sciences mathématiques et physiques, et qui les cultive dans le foyer même de leur plus grande activité.

---

§ Ier.

TABLEAU

Qui indique l'ordre des cours, leur durée, et les instituteurs qui en sont chargés.

COURS D'ANALYSE,

PAR LES CIT. LACROIX ET POISSON.

Ce cours est de deux ans; il a lieu du 1er. frimaire au 1er. floréal pour la première division, et du 1er. frimaire au 1er. germinal pour la seconde. Les leçons se donnent les lundi, mercredi et vendredi. Les élèves ont le même professeur pour le cours entier; ils suivent pour l'ordre et le texte des leçons, le Traité élémentaire de calcul différentiel et intégral publié l'année dernière par Lacroix; Poisson fait cette année les leçons pour la seconde division.

COURS DE MÉCANIQUE,

PAR LES CIT. PRONY ET LABBEY.

Ce cours est de deux ans; il a lieu du 12 floréal au 20 thermidor pour la première division, et du 7 germinal au 30 thermidor pour la

seconde; la première partie comprenant la statique, est professée par le cit. Labbey en 40 leçons. Le cit. Prony professe la seconde partie qui traite de la dynamique, de l'hydrostatique, de l'hydrodynamique, des machines et moteurs; les 60 leçons de ce cours, ainsi que celles du cit. Labbey, se donnent les lundi, mercredi et vendredi.

Les ouvrages qui ont servi de guide aux élèves pour cette partie de leur instruction sont ceux publiés par Prony, et par Francœur d'après les leçons de Prony; on jouira bientôt d'un nouvel ouvrage qui s'imprime actuellement et dans lequel Prony expose toutes les méthodes qu'il suit dans l'enseignement de la mécanique.

COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE,

ET APPLICATION DE L'ANALYSE A LA GÉOMÉTRIE,

PAR LES CIT. MONGE ET HACHETTE.

Monge fait le cours d'analyse appliquée à la géométrie pour la seconde division en 21 leçons; il a lieu du 1er. ventôse au 1er. thermidor, le vendredi de chaque semaine. L'ouvrage qu'il a fait imprimer pour l'usage de l'Ecole polytechnique, sous le titre de *Feuilles d'analyse appliquée à la Géométrie*, contient le précis de ses leçons. Depuis l'impression de cet ouvrage, il a beaucoup ajouté à sa méthode d'intégration des équations aux différences partielles, fondée sur des considérations géométriques; nous rendrons compte dans la Correspondance, de ces additions.

La première partie de l'analyse appliquée à la géométrie, la géométrie descriptive avec ses applications à la coupe des pierres, la charpente, la perspective, les ombres, etc. sont l'objet du cours que le cit. Hachette fait à la première division. Ce cours est de 110 leçons; les leçons se donnent les mardi, jeudi et samedi de chaque semaine, depuis le 1er. frimaire jusqu'au 15 thermidor.

COURS DE CHIMIE,

PAR LES CIT. FOURCROY, GUYTON ET BERTHOLLET.

Fourcroy fait pour la première division le cours de chimie théorique, du 1er. frimaire au 20 thermidor en 48 leçons, qui se donnent le mercredi de chaque semaine; les ouvrages du professeur qui servent plus particulièrement pour suivre ce cours, sont *la Philosophie chimique, les Tableaux synoptiques de chimie, le Système des connoissances chimiques.*

Le second cours, celui de chimie minérale appliquée aux arts, est de 45 leçons; il a lieu pour la seconde division, du 1er. frimaire

au 25 thermidor, le samedi de chaque semaine; le professeur pour ce cours est le cit. Guyton, directeur de l'Ecole polytechnique.

Le troisième cours de chimie a lieu pour la seconde division, du 15 nivose au 20 messidor, le samedi de chaque semaine; l'auteur de la Statique chimique, Berthollet, développe dans ses leçons les principes qu'il a exposés dans cet ouvrage et en fait voir leur application aux opérations de la chimie; il expose et explique dans ses dernières leçons, les principaux phénomènes de la chimie animale et végétale appliquée aux arts.

COURS DE PHYSIQUE,

PAR LE CIT. HASSENFRATZ.

Ce cours est de deux ans; il a lieu du 1er. frimaire au 10 prairial pour la première division, et du 1er. frimaire au 15 prairial pour la seconde; les leçons se donnent les samedi et mercredi de chaque semaine.

Le professeur traite dans la première année les objets suivans:

1°. Propriétés générales des corps;

2°. Dilatabilité des corps par la chaleur;

3°. La météorologie;

4°. L'électricité;

5°. Le magnétisme.

Dans la deuxième année et pour la seconde division, il traite,

1°. De la lumière;

2°. Du son;

3°. Du système du monde.

Les ouvrages qui servent à diriger les élèves dans cette partie de leurs études, sont les Programmes manuscrits, les Leçons de physique céleste, et le Traité d'optique de Lacaille, avec des additions (1) faites par des élèves de l'Ecole polytechnique.

---

(1) Parmi ces additions on doit remarquer celle qui est relative à l'arc-en-ciel. L'auteur de cette addition a d'abord supposé qu'un rayon de lumière tomboit sur une sphère, qu'il y entroit en se refractant, que s'étant réfléchi un certain nombre de fois dans l'intérieur de la sphère, il se refractoit de nouveau pour repasser dans le milieu dont il avoit été lancé, et il a cherché l'expression de l'angle formé par les rayons incident et émergent dans le cas le plus général, celui où le nombre des réflexions dans l'intérieur de la sphère est quelconque; cette expression correspond avec les observations qui ont été faites sur les deux arcs-en-ciel simultanés, dont l'apparence est la plus sensible.

COURS

D'application de géométrie descriptive aux arts relatifs aux services publics.

Ces cours sont pour la seconde division.

FORTIFICATION,

PAR LE CIT. GAYVERNON.

Ce cours a lieu du 1er. frimaire au 20 ventôse, il est de 30 leçons qui se donnent les lundi et jeudi.

Le cit. Gayvernon a fait imprimer *l'Exposition abrégée du cours de géométrie descriptive appliquée à la fortification*, en 43 leçons.

La première édition de cet ouvrage étant épuisée, l'auteur s'occupe d'une nouvelle édition.

ARCHITECTURE,

PAR LE CIT. DURAND.

Ce cours a lieu du 1er. frimaire au 1er. thermidor; il est de 30 leçons, qui se donnent le mardi.

Le précis de ces leçons forme un ouvrage dont le cit. Durand a publié la première partie. Les élèves peuvent encore consulter l'ouvrage du même professeur, *Recueil de monumens*, in-fol.

On jouira incessamment de la seconde partie de l'ouvrage de M. Durand.

TRAVAUX PUBLICS,

PAR LE CIT. SGANZIN.

Ce cours a lieu du 1er. floréal au 5 thermidor; il est de 30 leçons, qui se donnent les lundi et jeudi.

Ce professeur communique aux élèves les programmes manuscrits de ses leçons.

Lorsque des missions particulières du Gouvernement l'ont empêché de remplir une partie de ses fonctions à l'Ecole, il a été suppléé par le cit. Regnard, ingénieur des ponts et chaussées.

MINES,

PAR LE CIT. HASSENFRATZ.

Ce cours a lieu du 20 ventôse au 1er. floréal; il est de douze leçons, qui se donnent les lundi et jeudi.

Le professeur communique aux élèves les programmes manuscrits de ses leçons, ainsi que les divers matériaux du cours de l'art du mineur, qu'il fait à l'école-pratique de Pezay.

COURS

DU DESSIN DE LA FIGURE ET DU PAYSAGE,

PAR LE CIT. NEVEU.

Les élèves des deux divisions consacrent à cette partie de leur instruction 75 séances par an, les lundi et jeudi de chaque semaine, de 5 à 8 heures du soir.

Trois maîtres de dessin, les cit. Merimée, Lemire aîné et Lemire jeune, concourent avec l'instituteur à l'instruction des élèves dans cette partie.

RÉPÉTITEURS,

Pour l'analyse et la mécanique, les cit. DINET et FRANCŒUR;
Pour la chimie :
Cours du cit. Fourcroy — THÉNARD.
Cours du cit. Guyton — DÉSORMES.
Cours du cit. Berthollet — GAY-LUSSAC, adjoint.

Les cit. Thénard et Désormes font un cours de manipulations en 17 leçons pour la seconde division, et dirigent les opérations exécutées par les élèves.

§. II.

NOTICE SUR LES TRAVAUX

DE L'ÉCOLE, ANNÉES XI ET XII.

Des points singuliers des courbes.

Le cit. Poisson a communiqué aux élèves, dans un extrait de ses leçons sur les points singuliers, plusieurs observations très-impor-

tantes, d'où il résulte que le calcul différentiel fournit des règles certaines pour trouver tous les points d'une courbe, qui peuvent être singuliers, mais que, pour reconnoître ensuite si chacun des points de la courbe, indiqués par ces règles, est effectivement singulier, et pour déterminer la nature de ces points, il n'y a pas de moyen plus simple, du moins en général, que de discuter le cours de la courbe vers chacun d'eux.

D'un nouveau bleu pour la peinture.

Ce bleu est de l'invention du cit. Thénard ; il en a composé de deux espèces. La première est formée de 1 partie d'arséniate de cobalt, et de $1 \frac{1}{2}$ à 2 d'alumine ; la deuxième, de 1 partie de phosphate de cobalt, et $1 \frac{1}{2}$ parties d'alumine ; il est démontré pour les chimistes, que ce bleu, aussi vif que celui du lapis-lazuli, ne lui cède pas en solidité ; ayant été exposé pendant deux mois à la lumière solaire, à l'action de l'acide muriatique oxigéné, et à d'autres réactifs, il n'a rien perdu de son éclat.

Du contact des sphères.

Fermat, dans son traité de *Contactibus sphericis*, imprimé dans ses œuvres (édition in-fol. 1679, à Toulouse), a donné, par la synthèse, la solution de ce problème : « Trouver une sphère tangente à quatre sphères dont les centres et les rayons sont connus. » Cette question est la 15ᵉ. de son Traité.

Le cit. Monge a aussi résolu plusieurs des mêmes problèmes par une méthode qui lui est particulière, et qu'il a exposée dans son cours de géométrie descriptive à l'école où s'est formé le noyau de l'Ecole polytechnique.

Les élèves de cette école préparatoire, parmi lesquels on comptoit les Biot (1), Malus (2), Berge (3), Dupuis (4), Brisson (5), etc., se proposèrent des questions sur les différentes parties de leur instruction ; celle-ci les a longtems occupés : *trouver un cercle qui en touche trois autres donnés?* Ils appliquèrent la méthode de Monge de la manière la plus heureuse à la solution de ce problème ; elle a été rédigée par Dupuis, maintenant employé à Cayenne, et quoique le manuscrit ne soit pas resté à l'École, on pourra en rendre compte.

Le cit. Dupin élève, admis cette année à l'école des constructeurs de vaisseaux, a repris la même question, et a complété le travail de ses prédécesseurs.

---

(1) Membre de l'Institut.
(2) Colonel du génie.
(3) Colonel d'artillerie.
(4 et 5) Ingénieurs des ponts-et-chaussées.

Electricité.

Les premières expériences de Bennet et Volta sur l'électricité des métaux en contact ayant été faites avec le doubleur d'électricité, il étoit important de bien connoître cet instrument ; néanmoins il est resté longtems ignoré parce qu'il étoit d'un usage incommode et d'une exécution difficile ; les cit. Désormes et Hachette en ont fait construire pour l'École un nouveau avec l'intention de distinguer les différentes causes auxquelles on peut rapporter les effets qu'on obtient à l'aide de cet instrument. Il résulte de leurs expériences que non-seulement les corps changent d'état électrique par le frottement et le contact, mais qu'étant placés convenablement les uns par rapport aux autres, ils peuvent, quoiqu'isolés et ne communiquant qu'avec l'air, passer de l'état naturel à l'un des deux états positif ou négatif, et manifester une électricité d'une grande tension.

Analyse.

Le neuvième numéro du Journal de l'École polytechnique va paroître incessamment, il comprendra les leçons données par Lagrange, en l'an 7, sur le calcul des fonctions.

§ III.

ÉVÉNEMENS PARTICULIERS, ET ANECDOTES.

Le 6 prairial an XI, époque à laquelle les journaux n'avoient encore fait mention d'aucun don *personnel* pour la guerre contre l'Angleterre, l'administration de l'École reçut une pétition signée par les élèves, et dont voici le texte : « *Animés de cet amour sacré de la patrie qui est dans le cœur de tout bon Français, nous croyons devoir contribuer de notre bourse, en attendant que nous puissions payer de notre personne.* »

Dans la matinée, une somme de 4000 fr. est rassemblée et versée le même jour, en espèces, au trésor public.

Par une adresse au premier Consul, les élèves disoient : *Nous portons tous envie au sort des braves qui, les premiers, verront les côtes d'Angleterre. Mais si un bonheur si grand ne peut être le partage de tous, que les élèves de l'École polytechnique soient au moins représentés* DANS LA GRANDE ACTION ! Ils demandoient qu'il leur fût permis d'offrir un bâtiment armé, dont ils auroient eux-même dirigé la construction.

Le Gouvernement a rempli ce vœu ; une chaloupe canonnière (1)

---

(1) Dimensions de la chaloupe canonnière la Polytechnique : longueur absolue 25 mètres : largeur au maître couple 5,468 mètres : creux au milieu 1,569 mètres. Le bâtiment est mâté en brick, et porte 3 pièces de 24, une caronade de 36 et 20 pierriers : l'équipage est d'environ 100 hommes.

a reçu le nom *La Polytechnique*, n°. 287. Les cit. Moreau et Marestier, et plusieurs autres élèves, sous les ordres du chef du génie maritime, ont coopéré à sa construction; elle a été mise à l'eau le 10 frimaire; elle est commandée par le cit. Moreau, ancien élève, actuellement enseigne de vaisseau.

Le 28 prairial an XI, le premier Consul a ordonné que 30 élèves de l'École polytechnique seroient mis en état, par une instruction préalable d'un mois, d'être employés aux constructions de la marine: les chefs du génie maritime ont montré le plus grand empressement à organiser cette instruction, de concert avec l'administration de l'École: ils ont ouvert un cours qui fut continué par le cit. Leharivel, ancien élève; cet ingénieur dirigea lui-même le tracé dans une des salles de l'École, et accompagna ses disciples dans la visite des travaux du chantier de Paris: le succès de cette instruction fit voir ce qu'on peut attendre d'un esprit également exercé et aux mathématiques et à la géométrie descriptive. L'ordre du Gouvernement a été exécuté. Après un mois, les 30 élèves choisis furent répartis dans les ports de mer ou dans les départemens de l'intérieur, et le Conseil de l'École a reçu, des chefs du génie maritime, des témoignages authentiques de leur zèle, de leur intelligence, et des succès qu'il ont obtenus dans les différentes parties de ce service dont ils ont été chargés. A la fin des opérations, chacun d'eux s'est rendu à l'école d'application du corps auquel il étoit destiné.

Le cit. G... se rendant de l'école de Metz à son régiment d'artillerie employé sur les côtes, avoit dirigé sa marche pour passer quelques jours dans le sein de sa famille.

A peine arrivé, il reçoit un huissier du tribunal criminel qui l'invite à se rendre à la chambre des délibérations. Là il trouve un cadavre entouré des médecins, chirurgiens et pharmaciens les plus éclairés du canton. Ils s'agissoit d'un empoisonnement, et les hommes de l'art n'étoient pas d'accord sur la nature du poison. G..., pris pour arbitre, envoie chercher, chez son père, la collection des réactifs qu'ils s'étoit faite à l'École polytechnique, explique l'effet que chacun d'eux doit opérer suivant la nature de la substance vénéneuse, et ayant ensuite appliqué quelques-uns de ces réactifs sur les restes qui étoient produits au procès, ainsi que sur les muscles soumis à leur action, il porte sur la question un tel éclat de lumières que l'assemblée prononce à l'unanimité conformément à l'opinion du cit G... La signature du jeune officier d'artillerie figure parmi celles des hommes de l'art: il ne s'attendoit guère que les principes des Guyton, Fourcroy et Berthollet lui fourniroient l'occasion d'en faire un genre d'application aussi étranger à son état.

§ IV.

ÉTAT NOMINATIF

Des ÉLÈVES sortis de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire, du 1er. frimaire an XI au 1er. frimaire an XII (par ordre alphabétique); savoir:

Admis à l'école de Metz, pour l'artillerie: les cit. Banse, Barillot, Baudin, Beranger, Boucher-Morlaincourt, Bourgeois, Brocard, Cabasset, Casa-Bianca, Casse, Chenin, Clerget-St.-Leger, Dechambray, Desjobert, Ducros, Duliepvre, Durbach, Eggerlé, Foucault (Camille-Louis), Gresset ex-élève, Guillemard, Hinard, Jamet, Jaubert, Javerzat, Lafitte, Laporte, Leclerc, Lecomte, Lefebvre (Ch.-Clément); Lefrançais ex-élève, Legrand, Lejoyan, Paixhans, Payan, Prévost, Rigues	37
Admis à l'école du génie militaire: les cit. Augoyat, Barthelemy, Bitsch, Butor, Foucault (Joseph-Jules), Gigonous-Verdon; Lebeschu, Lecaron, Lefaivre (Jean-Baptiste-Marie), Lenternier, Ocher, Quilliard, Reboulh, Second, Thiébault, Trailin, Vauvilliers . . .	17
Admis à l'école des ponts et chaussées: les cit. Abrial, Aubert-Vincelles, Bagnac, Basset (Anne-Léonard-Camille), Bosquillon, Briere, Conrad, Crozet: Foucauld (Valentin-Auguste-Joseph), Fabre, Gardeur-Lebrun, Léonard, Masquelez, Masson, Potel, Saint-Aubin, Teysseyrre, Vallée, Vauthier, Vigoureux. .	20
Admis à l'école des constructeurs de vaisseaux: les cit. Alexandre, Demarteau; Desmarest, Dupin, Fabre-d'Eglantine, Lambrecht, Lemoine-Serigny, Marestier, Moreau ex-élève, Perroy, Royou	11
Admis à l'école des mines: les cit. Basset (Claude-Simon), Furgaud, Tuleu	3
Admis dans les troupes de ligne: le cit. Boulouvard. . .	1
Admis dans la marine militaire: le cit. Lamarck.	1
Admis dans l'instruction publique: les cit. Guibal, Lepord, Mathieu, Plana.	4
Démissionnaires: les cit. Armey, Batereau, Boisbertrand, Daguin, Dulong, Gastellier, Janot, Maille.	8
Morts: les cit. Benard, Blondeau, Julliot-Duplessis, Nacquart, Penet, Pouzol, Renaud, Tirebas-Chamberet.	8
Sortis de l'École à la fin des cours: les cit. Berthier, Bougarel, Bidaux, Bret, Novion.	5
	115

LISTE,

PAR ORDRE ALPHABETIQUE, DES ÉLÈVES ADMIS A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

A dater du 1er. frimaire an XII.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Admirauld	Louis-Gabriel	L Rochelle.	Charente-Infér.
Ancinelle	Math.-Auguste	T ulouse.	Haute-Garonne.
Arago	Dom.-Fr.-Jean	Eta gel.	Pyrénées orient.
Baillieu	Camil. - Aubert - Aimé-Joseph	Valenciennes.	Nord.
Bazaine	Pierre-Domin.	Scy, près Metz.	Moselle.
Beaumont	Jos.-Gab.-Mar.	Morlaix.	Finistère.
Bellencontre	Jos.-Pierre.-Fr.	Falaise.	Calvados.
Bengy	Cl.-Jos.-Benoît.	Chateauroux.	Indre.
Berdoulat	Jos.-Guil.-Marie-Charles	Toulouse.	Haute-Garonne.
Bernard	Jos.-Den.-Ans.	Agde.	Hérault.
Berthois	Pierre-Louis	Granville.	Manche.
Besaucelle	Mar. - Melchior-Marcelin	Toulouse.	Haute-Garonne.
Betourné	Pier.-Jac.-Fr.	Caen.	Calvados.
Bignon	Jean-François	Rimon près la Réole.	Gironde.
Blachez	François	Paris.	Seine.
Bourgeois	Jean-Baptiste	Salins.	Jura.
Bourgeois	Appolinaire	Mézières.	Ardennes.
Bouriot	Joseph-Juste	Besançon.	Doubs.
Bouteillier	Ch,-Fr.-Romain	Nancy.	Meurthe.
Bouvier	J.-And.-Raym.	Crestet, près Tournon.	Ardèche.
Brianchon	Charles-Julien	Sèvres.	Seine et Oise.
Brissot	Edm.-August.-Sylvain	Paris.	Seine.
Brussel - Brulard	August.-Joseph.	Meaux.	Seine et Marne.
Biot	Claude	Chalons-sur-S.	Saône et Loire.
Cartier, aîné	Claude-Jérome	Roanne,	Loire.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Cartier jeune	Hect.-Mar.-An.	Roanne.	Loire.
Cathala	Jean	La Bastide sur l'Hers près Mirepoix.	Arriège.
Chappuis	Philippe-Franç.	Sèvres	Seine et Oise.
Charbaut	Charles-Basile	Fèrechampen.	Marne.
Chonet-Bollemont	Nicolas	Arancy près Longuion.	Meuse.
Colson	Etienne-Henri	Grenoble.	Isère.
Constant-Laguerenne.	Jacques	Montluçon.	Allier.
Convents	Josse.Aimé	Caen.	Calvados.
Cocquerel	Firmin-Joseph	Amiens.	Somme.
Crouzet	Barthélem.-René	St. - Michel de Lescure.	Tarn.
Curel	Théodore	Metz.	Moselle.
Cuvillier	Pierre	Neufchatel près Boulogne.	Pas-de-Calais.
Daviel	Jos.-Anne.-Mar.-Siméon-Pierre	Lanoë de la Barre près Bernay.	Eure.
Decroix	Nicolas	Pierremonde.	Aisne.
Defontaine	Ant.-Jos.-Chrét.	Douay.	Nord.
Dehautecloque	Stanisl -Fr.-Jos.	Arras.	Pas-de-Calais.
Destrem	Mar.-Anne.-Jean-Antoine	Faujeaux.	Aude.
Dixmude	Achille	Montreuil s. mer.	Pas-de-Calais.
Dovillée	Charles-Barthél.	Paris.	Seine.
Drieu	Alexand.-Frédé.	Caen.	Calvados.
Dubary - Lesqueron	August. - Jos. - J. Bern.-Thom.	Toulouse.	Haute-Garonne.
Duhamel	Cl.-Marie-Jos.	Bourg.	Ain.
Dumont	Antoine-Joseph	St. - Jean de la Porte.	Mont-blanc.
Duperche	Louis	Congé.	Orne.
Duport Pontcharra	Ch.-Louis-César	Puigiron.	Drome.
Dussaussoy	Omer-Const.-Jos.	Maizière.	Pas-de-Calais.
Empereur	Charles	Pontamousson.	Meurthe.
Eudel	Am.-Fidèle-Mar.	Saint-Ségal.	Finistère.
Folliart	Franç.- Regnauld	Reims.	Marne.
Foucauld	Jean-Emery	Lubersac.	Corrèze.
Fournier	Pierre-François	Charly.	Rhône.
Franchet	Jean-François	Le Mans.	Sarthe.

Noms.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Freslon	Gabriel-Franç.	St.-Meen près Montfort	Ille et Villaine.
Fresnel	Louis-Jacques	Chambrois ci-devant Broglie	Eure.
Furgaud	Ant.-Et.-Augus.	Aubusson	Creuse.
Gallois	Ch.-Jos.-Michel	Metz.	Moselle.
Gardeur-Lebrun	Charles	Metz.	Moselle.
Garnier	Abdon-Jacques-Frambourg	Laferté-Vidame.	Eure et Loire.
Garnier	Pierre-Antoine	Besançon.	Doubs.
Gauvain	Louis	Langon.	Vendée.
Georges	Joseph-Louis	Pontamousson.	Meurthe.
Gérard	Jean-Mich.-Jos.-Louis	Alençon.	Orne.
Girard	Jacques-Antoine	Moulins.	Allier.
Girod	Charles-Aimé	Morbiet.	Jura.
Goguillot	Jean-Bapt.-Aug.-Ferdinand	Flangebouche.	Doubs.
Grivel	François-Louis	Lons-le-Sauln.	Jura.
Guerard	Nicolas.	Metz.	Moselle.
Guérin	Joseph.-Benoît	Vence.	Var.
Hamart	Ch.-Nic.-Félix	Darney.	Vosges.
Hérouard	Louis-Joseph	Mézières.	Ardennes.
Huet	Jean-Guillaume	St.-Symphorien.	Eure.
Husson	Nicolas-François	Nancy.	Meurthe.
Jaubert	Adolphe	Mézières.	Ardennes.
Jandel	Jean-Nic.-Ant. Alexandre	Pompey.	Meurthe.
Jouye Desroches	Pier.-René-Gab.	Le Mans.	Sarthe.
Lallemand	Frédéric	Ligny-sur-Orn.	Meuse.
Lamorre	Antoine	Fronville.	Haute-Marne.
Leboullenger	Louis-Cl.-Marie	Paris.	Seine.
Le cardinal Kernier aîné	Louis-René	Ploujean près Morlaix.	Finistère.
Le cardinal Kernier jeune	Fr.-Gab.-Paul	Ploujean près Morlaix.	Finistère.
Lechesne	Thomas-René	Le Mans.	Sarthe.
Lecourt	André	Lignères.	Charente.
Lefebre	Etienne-Louis	Port-au-Pr nce.	Isle S.-Doming.
Lefévre	Alexand.-Franç.	Paris.	Seine.

Noms.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Léger	Louis-Dan.-Phil.	Schlestat.	Bas-Rhin.
Lejeune	Marie-Noël	Châlons.	Marne.
Lemoine	Charles-Joseph	Versailles.	Seine-et-Oise.
Lenoury	Alex.-Jean-Mar	Cracouville.	Eure.
Louette	Louis-And.-Sil.	Forges-les-eaux.	Seine-Inférieure.
Leviston	Alexandre-Jean	Nancy.	Meurthe.
Maltzen	Fr.-Louis-Maur	Thann.	Haut-Rhin.
Marguet	Pierre-Joseph	Paris.	Seine.
Masquelez	Pierre-Jos.-Aug. Félix	Lille.	Nord.
Massias	Gab.-Jos.-Phinée	La Rochelle.	Charente-infér.
Mathieu	Claude-Louis	Mâcon.	Saône-et-Loire.
Maugras	Pierre	Paris.	Seine.
Mauprel	Cés.-Jos.-Ferréol	Pontarlier.	Doubs.
Merel	Charles-Emman.	Paris.	Seine.
Michaud	Marc-Hyac.-Alex.	Pontarlier	Doubs.
Michel aîné	François	Metz.	Moselle.
Michel jeune	François	Metz.	Moselle.
Mocquot	André	Compiègne.	Oise.
Moreton	Jules-Alexandte	Félines.	Ardèche.
Olry	Joseph-Gabriel	Metz.	Moselle.
Parravey	Charles-Hyppol.	Fumay.	Ardennes.
Paulin	Jean-Ch.-Gust.	Sorèze.	Tarn.
Perrin	Hub.-Jos.-Vinc.	Heming.	Meurthe.
Phétu	Louis-Joseph	Fontainebleau.	Seine-et-Marne.
Philibert	Ant.-Madelaine	Fontanès.	Loire.
Pichois	Gab.-Ant.-Louis	Lyon.	Rhône.
Puvis	Mar.-Julien-Cés.	Cuiseaux	Saône et-Loire.
Quesney	Pierre	Pontaudemer.	Eure.
Radet	Ch.-Pierre-Ant.	Fèrechampen.	Marne.
Radoult	Pierre-Thomas	Villeneuve.	Lot-et-Garonne.
Raulin	Louis	Sedan.	Ardennes.
Ravenel-Boisteilleul	Hyac.-Eug.-Pier.	Rennes.	Ille-et-Villaine.
Raymond	Joseph-Esprit	Aix.	Bouches-du-Rh.
Ribault.	Jean-Marie	Jugon.	Côtes-du-Nord.
Rival.	Joseph	Lamure.	Isère.
Roel	J.-Den.-Siméon	Mazères.	Arriège.
Rousseau	Ch.-Louis-Hon.	Paris.	Seine.
Sea , dit Soye	Louis-Guillaum.	Caen.	Calvados.
Solomiac	Benoît-Hercule	Lagrasse.	Aude.
Thénard	Antoine	La Louptière.	Aube.
Tortel	Jean-Pier.-Paul	Belfort.	Haut-Rhin.
Thouvenel	Louis	Nancy.	Meurthe.
Vaquier	Charles-Justin.	Severac.	Aveyron

Noms.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Vergé	Charles-Thomas	Lizieux.	Calvados.
Vincent	Jean-Baptiste	Sellières.	Jura.
Vion	Gabriel-Justin	Gaillon.	Seine-et-Oise.
Voltz	Philippe-Louis	Strasbourg.	Bas-Rhin.
Vuillet	Jean-Ét.-Ignace	Valence.	Drome.
Vuitry	Jelien-Marin	Paris.	Seine.

Promotion extraordinaire pour l'artillerie.

Le 29 frimaire dernier, le Gouvernement desirant pourvoir aux besoins pressans de l'artillerie, a décidé que les élèves de la 2me. division, qui se destinoient à ce service, ou qui, par suite de l'appel qui leur seroit fait, demanderoient à y entrer, recevroient les leçons particulières que le Conseil de l'École Polytechnique jugeroit nécessaires pour completter leur instruction.

Cette mesure a eu le succès desiré; les élèves ont subi les examens prescrits par la loi sur toutes les parties de l'enseignement, et conformément à la liste de mérite arrêtée par le jury, le ministre de la guerre a admis à l'école de Metz, en qualité d'élèves sous-lieutenans, à compter du 1er. ventose, les 72 élèves ci-après (par ordre alphabétique):

Les cit. Abeille, Aubert, Barreau, Barrin, Bourin, Brechtel, Cailly. Cazaux, Chandon, Charton. Cherrier, Couasnon, Crozy-Marcillac, Dauty, Dejort, Delort, Demetz, Derrion, des-Claibes-d'Hust, Dubocq, Dumarais, Dumas-Culture. Etchegoyen, Fabvier, Faure, Fontaine, Gauldrée-Boileau, Gaultier, Geffroy, Gibon, Girard, Gorsse, Gosse, Grojean, Guillaume, Henzé, Hortet, Hua, La Paillonne, Lebœuf, Ledilais, Lefebvre, Leforestier-Villeneuve, Legendre, Liby, Lieffroy, Limozin-St.-Michel, Mancel, Marcot, Martin, Masson, Mazerat, Miquel, Moret, Paillhou, Parrizot, Patin-Lafizelière, Prévost, Puthaux, Radoult, Rapatel, Romestin, Royer, Saint-Blaise, Saint-Jacques, Sechehay, Soucanve-Landevoisin, Tacon, Tulpain, Vallier, Vaudrey, Wiart.

CORRESPONDANCE SUR L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

No. 2. *Fructidor an XII.*

§. I. TRAVAUX DE L'ÉCOLE.

MÉMOIRE SUR LE CONTACT DES SPHÈRES.

J'ai réuni dans ce mémoire les recherches faites à l'Ecole Polytechnique sur les sphères qui se touchent; il est divisé en sept questions; les solutions de ces questions n'exigent que des considérations avec lesquelles ceux qui ont étudié la géométrie descriptive sont déja familiers. Supposant le lecteur habitué à lire dans l'espace, j'ai cru pouvoir supprimer les figures, et suppléer par des caractères aux dessins géométraux: ainsi, pour désigner des plans, des sphères ou des points remarquables, je me suis servi de lettres disposées de manière à indiquer leurs positions respectives; cette notation a l'avantage de rendre les explications plus concises et de présenter les mêmes objets plus souvent, en évitant les répétitions de mots.

HACHETTE.

PREMIER PROBLÊME.

Mener un plan tangent à trois sphères données (1).

Ce problême a huit solutions; en effet, si on conçoit les six cônes extérieurs et intérieurs, qui touchent les trois sphères données

(1) C'est-à-dire, ayant leurs sommets placés au-delà des centres des sphères touchées, ou entre ces mêmes centres.

prises deux à deux, le plan tangent à deux quelconques de ces cônes sera aussi tangent aux sphères, or on ne peut mener ce plan que de huit manières différentes. Pour le prouver, nommons S, S', S'' les sommets des cônes circonscrits et extérieurs; s, s', s'' les sommets des cônes circonscrits et intérieurs. Les sommets de ces cônes sont trois à trois en ligne droite, car ils sont à-la-fois sur le plan des centres des sphères données et sur le plan qui les touche; donc ils sont sur la droite intersection de ces plans (1); or, dans les combinaisons de ces six sommets trois à trois, il faut exclure, 1°. celles ou entrent S et s, S' et s', S'' et s'', parce que le même plan ne peut pas toucher à-la-fois les cônes circonscrits aux deux mêmes sphères; 2°. celles où il entre un des trois sommets s, s', s'' avec deux des trois sommets S, S', S'', parce que le plan qui touche deux quelconques des trois cônes extérieurs, touche nécessairement le troisième; 3°. enfin la combinaison s, s', s'', parce que le plan qui touche deux cônes intérieurs, touche nécessairement un extérieur; donc les combinaisons des sommets pris trois à trois se réduisent aux quatre suivantes : $S\,S'\,S'' \equiv S s' s''$ $S' s s'' \equiv S'' s s'$; or, par l'une des quatre droites que chacune de ces combinaisons détermine, on ne peut faire passer que deux plans tangens aux cônes circonscrits; donc par les quatre droites on ne peut mener que huit plans tangens aux sphères données; maintenant pour résoudre le problême proposé, on déterminera les sommets des cônes circonscrits aux sphères, et par chacune des quatre droites sur lesquelles les sommets seront placés, on mènera des plans tangens à l'une quelconque des trois sphères données, et ces plans les toucheront toutes trois en même tems.

DEUXIÈME PROBLÊME.

On demande en combien de manières on peut placer une sphère d'un rayon donné, pour qu'elle touche les autres sphères dont les centres et les rayons sont aussi donnés?

Soient a, b, c les rayons des sphères touchées et t le rayon de la sphère tangente; lorsque deux sphères se touchent, la distance de leurs centres est égale à la somme ou à la différence de leurs rayons; d'où il suit que le centre de la sphère tangente aux trois sphères données est le point commun à trois de six sphères dont les centres et les rayons sont connus; nommant A, B, C les sphères touchées, le centre de la sphère qui leur est tangente est sur une des deux sphères a', a'' concentriques à A, et ayant pour rayons l'une $t+a$, l'autre $t-a$; par la même raison, il est sur une des deux sphères b', b'', concentriques à B, qui ont pour rayons l'une

(1) Voyez la Géométrie descriptive de Monge, paragraphe 44.

$t+b$, l'autre $t-b$; enfin il est sur une des deux sphères c', c'' concentriques à C et de rayons $t \pm c$; d'où il suit que ce point est à l'intersection de trois des six sphères a', a'', b', b'', c', c''; or en excluant des combinaisons de ces six sphères prises trois à trois, celles où il entre $a'\,a''$, $b'\,b''$, $c'\,c''$, parce que des sphères concentriques ne peuvent pas se couper, ces combinaisons se réduisent aux huit suivantes : 1°. $a'\,b'\,c'$; 2°. $a'\,b'\,c''$; 3°. $a'\,b''\,c'$; 4°. $a'\,b''\,c''$; 5°. $a''\,b'\,c'$; 6°. $a''\,b'\,c''$; 7°. $a''\,b''\,c'$; 8°. $a''\,b''\,c''$ De plus chaque système de trois sphères qui se coupent, détermine par leur intersection deux points; donc les huit systèmes donneront seize points pour le centre de la sphère du rayon t; donc on peut placer une sphère d'un rayon donné dans seize positions différentes, de manière que dans chacune elle touche trois sphères dont les centres et les rayons sont aussi donnés; ces seize positions se réduisent à huit, lorsque la sphère touchante est d'un rayon infini, c'est-à-dire, lorsqu'elle devient surface plane, car dans ce cas les trois sphères des huit combinaisons se réduisent à trois plans, qui ne peuvent avoir qu'un point commun.

TROISIÈME PROBLÊME.

Une sphère variable de rayon se meut en touchant constamment trois sphères fixes données de grandeur et de position; on demande la nature de la courbe formée sur chacune des sphères fixes par la suite de ses points de contact avec la sphère mobile?

Soient comme précédemment A, B, C les sphères fixes et a, b, c leurs rayons, T la sphère mobile et t son rayon; on a prouvé que la sphère mobile pouvoit toucher les trois sphères fixes dans seize positions différentes. Considérons-la dans une de ces positions, dans celle, par exemple, où les distances des centres des sphères touchées A, B, C et du centre de la sphère touchante sont $a+t$, $b+t$, $c+t$, et supposons que son rayon changeant et devenant t', ces distances deviennent successivement $a+t'$, $b+t'$, $c+t'$, puis $a+t''$, $b+t''$, $c+t''$, etc., on aura ainsi une suite de sphères T, T', T'', etc., de rayons t, t', t'', etc., qui toucheront les sphères fixes A, B, C, chacune en une suite de points, il s'agit de trouver la nature de la courbe formée par cette suite de points de contact; cette courbe est un cercle, et pour le prouver, nous nous servirons des deux propositions suivantes.

Première proposition.

Les plans menés par les trois points de contact de chacune des sphères T, T', T'', etc., tangentes aux sphères fixes A, B, C, concourent en une seule et même droite située dans le plan qui passe par les centres des trois sphères fixes.

Deuxième proposition.

Les six points de contact de deux quelconques des sphères T, T', T'', etc., sur les trois sphères fixes peuvent être placés sur une même surface sphérique, quoiqu'en général quatre points déterminent le centre et le rayon d'une sphère.

Pour démontrer ces deux propositions, il sera bon de rappeler quelques propriétés du cercle considéré sur un plan.

1°. Deux cercles X et Y étant touchés par un troisième Z, la droite qui joint les deux points de contact E, F, coupe la droite XY menée par les centres des cercles touchés, en un point qui ne change pas, lors même que le cercle tangent Z varie, car les deux lignes OE, OF sont dans le rapport constant des deux rayons XE et $YH = YF$.

2°. Deux droites Ot, Oe menées par le point O, coupent les deux cercles X et Y en quatre points t, e, t', e' qui peuvent être placés sur une même circonférence, parce que les deux triangles Ote, $Ot'e'$ étant semblables, les droites te, $t'e'$ sont ou parallèles ou cordes d'un même cercle.

Désignons par A_T le point de contact de la sphère T avec la sphère A, et de même par B_T, C_T les points de contact avec les sphères B et C; les points de contact d'une autre sphère T' avec les mêmes sphères A, B, C seront $A_{T'}$, $B_{T'}$, $C_{T'}$; avec une autre sphère T'', ils seront $A_{T''}$, $B_{T''}$, $C_{T''}$, et ainsi de suite; il s'agit de prouver que les plans déterminés par les points A_T, B_T, C_T, ou $A_{T'}$, $B_{T'}$, $C_{T'}$ ou $A_{T''}$, $B_{T''}$, $C_{T''}$, etc., passent par une seule et même droite située dans le plan qui passe par les centres des trois sphères A, B, C, centres que nous désignerons de la manière suivante : (A), (B), (C).

La droite qui joint les deux points de contact A_T, B_T, de la sphère T avec les sphères A et B, coupe la droite (A) (B) en un point; la droite A_T C_T coupe la droite (A) (C) en un second point, enfin la droite C_T, B_T coupe la droite (C) (B) en un troisième point; ces trois points se trouvent sur le plan des centres (A), (B), (C), et sur le plan des trois points de contact A_T, B_T, C_T, donc ils sont sur une seule et même ligne droite; or, cette droite est aussi indépendante de la sphère tangente T, que le point O (fig. 1) est indépendant du cercle tangent Z; donc quelle que soit la sphère qui touche les trois sphères A, B, C, le plan des trois points de contact passe par une doite unique située dans le plan des trois centres (A), (B), (C); nous indiquerons cette droite par la lettre L.

Passons maintenant à la deuxième proposition : T et T' étant deux sphères quelconques tangentes aux trois sphères fixes A, B, C, il faut prouver que les six points de contact A_T, B_T, C_T, $A_{T'}$, $B_{T'}$, $C_{T'}$, peuvent être placés sur une même sphère; on remarquera d'abord que quatre de ces six points étant pris dans l'ordre suivant, A_T, B_T, $A_{T'}$, $B_{T'} \equiv B_T$, C_T, $B_{T'}$, $C_{T'} \equiv C_T$, A_T, $C_{T'}$, $A_{T'}$, ils sont placés sur une même circonférence de cercle; car les droites $A_T B_T$, $A_{T'} B_{T'}$ concourent en un même point de la droite (A), (B); donc elles sont dans un même plan; or les cercles d'intersection des sphères A et B par ce plan sont tels que la droite qui joint leurs centres, concourt au point de la droite (A) (B), où se coupent les droites $A_T B_T$, et $A_{T'} B_{T'}$; donc les quatre points A_T, B_T, $A_{T'}$, $B_{T'}$ sont placés de la même manière que les quatre points t, e, t', e' (fig. 1); donc ils sont comme eux sur une même circonférence; on dira la même chose des deux autres combinaisons B_T, C_T, $B_{T'}$, $C_{T'}$ et C_T, A_T, $C_{T'}$, $A_{T'}$; mais une sphère menée par quatre points pris sur l'une de ces circonférences et un cinquième point pris au dehors, passera nécessairement par le sixième point; donc les six points de contact peuvent appartenir à une même surface sphérique; désignons cette sphère par la lettre S.

Nous allons déduire des deux propositions qui viennent d'être démontrées la solution du problême proposé.

La sphère S coupe les trois sphères A, T, T' suivant trois cercles dont le premier est tangent aux deux autres, puisque la sphère A est touchée par les deux sphères T et T'; de plus elle coupe les sphères T et T', la première suivant un cercle qui passe par les trois points A_T, B_T, C_T; la seconde suivant un cercle qui passe par les trois points $A_{T'}$, $B_{T'}$, $C_{T'}$; donc les tangentes communes à ces cercles et au cercle d'intersection des deux sphères S et A sont dans les plans de ces trois points; mais on a démontré que ces plans passent par une même droite L située dans le plan des centres (A), (B), (C); donc les deux tangentes des cercles d'intersection de la sphère S et des sphères T et T' passent par la droite L, mais elles sont aussi dans le plan du cercle d'intersection des deux sphères S et A; donc elles passent par le point d'intersection de ce plan et de la droite L, et parce que ce point ne varie pas, lorsque la sphère T' varie et devient T'', T''', etc., les tangentes aux cercles d'intersection des sphères S avec la sphère A forment une surface conique droite circonscrite à la sphère A; or, la base de ce cône droit est le lieu des points de contact A_T, $A_{T'}$, $A_{T''}$, etc.; donc ces points appartiennent à un cercle tracé sur la sphère A, dont le plan est perpendiculaire à celui des trois centres (A), (B), (C).

QUATRIÈME PROBLÈME.

On demande la courbe parcourue par le centre d'une sphère mobile assujettie à toucher constamment trois sphères fixes ?

Solution. La courbe demandée est une section conique; d'abord elle est sur un des cônes droits qui ont pour sommet le centre d'une sphère fixe, et pour base la courbe formée par les points de

contact de cette sphère fixe avec la sphère mobile; de plus elle est dans un plan perpendiculaire à la droite L, qui passe par les sommets des cônes circonscrits extérieurement aux sphères données; en effet tout plan passant par cette droite coupe les sphères fixes et la sphère mobile suivant quatre cercles dont le quatrième est tangent aux trois premiers. Si par les centres de deux quelconques de ces quatrièmes cercles, on élève des perpendiculaires aux plans qui les contiennent, ces perpendiculaires se rencontreront, parce que les deux cercles appartiennent à une même sphère, et elles seront dans le même plan, parce qu'elles sont parallèles à un autre plan perpendiculaire à la droite L; donc elles seront les tangentes de la courbe parcourue par le centre de la sphère mobile; donc cette courbe est plane et par conséquent une section conique dont le plan est perpendiculaire à la droite qui passe par les sommets des cônes circonscrits extérieurement aux sphères données.

CINQUIÈME PROBLÈME.

Déterminer les lignes de courbure de la surface courbe enveloppe de l'espace parcouru par une sphère qui se meut en touchant constamment trois sphères fixes (1).

Euler avoit trouvé que l'expression du rayon de courbure d'une courbe plane passant par un point d'une surface courbe, avoit deux valeurs, l'une *maximum* et l'autre *minimum*, et que les rayons de courbure correspondans à ces deux valeurs appartenoient à des courbes dont les plans étoient normaux à la surface et perpendiculaires entre eux. Cette découverte fut suivie d'une autre beaucoup plus importante dans la théorie des surfaces courbes. Monge fit voir qu'à partir d'un point quelconque d'une surface, on pouvoit y tracer deux lignes qui se coupent à angle droit, et qui jouissent de cette propriété caractéristique, *que les normales à la surface le long de ces lignes forment une surface développable, dont l'arête de rebroussement est le lieu des centres des sphères qui ont, avec la surface, le contact le plus immédiat*. Pour distinguer ces courbes de toutes celles qu'on peut tracer sur la surface, il les a nommées *lignes de courbure*. La nature de ces lignes dépend de celle de la surface sur laquelle elles sont tracées; en général elles sont à double courbure; dans le cas particulier qu'il s'agit d'examiner, elles sont circulaires et les plans qui contiennent ces cercles passent par une même droite.

Si l'on conçoit une surface avec toutes ses lignes de courbure, on en distinguera deux séries, et on verra toutes les lignes de la première série coupées à angles droits par celles de la deuxième; or

(1) La solution de ce problème a été donnée par M. Dupin, ingénieur-constructeur de vaisseaux.

lorsqu'une surface est l'enveloppe de l'espace parcouru par une sphère mobile, les lignes de courbure d'une des séries sont nécessairement des cercles; en effet deux sphères consécutives correspondant à deux positions infiniment voisines de la sphère mobile ont un cercle commun, et ce cercle est tout entier sur l'enveloppe; or, les normales menées à l'enveloppe le long du cercle ont pour point de concours le centre de la sphère mobile; donc elles forment une surface conique, et par conséquent une surface développable; donc le cercle commun à deux positions consécutives de la sphère mobile est une des lignes de courbure; réciproquement lorsque les surfaces normales suivant les lignes de courbure sont des cônes, la surface à laquelle ces lignes appartiennent est l'enveloppe de l'espace parcouru par une sphère. Ainsi dans la surface qu'on considère, les lignes de courbure d'une des séries sont des cercles; nous allons faire voir que les lignes de courbure de l'autre série sont encore des cercles.

Qu'on conserve sur la surface enveloppe tous les cercles qui forment la première série des lignes de courbure, et qu'on mène par chacun de ces cercles un cône normal à la surface, tous ces cônes seront coupés par le plan des centres des trois sphères fixes suivant la même courbe du second degré. Pour démontrer cette proposition, dont la précédente est une conséquence, nous allons employer les dénominations adoptées pour la résolution des problèmes précédens.

Les cercles qui servent de bases aux cônes normaux de l'enveloppe, passent l'un par les trois points $A\tau$, $B\tau$, $C\tau$, l'autre par $A\tau'$, $B\tau'$, $C\tau'$, un autre par $A\tau''$, $B\tau''$, $C\tau''$, et ainsi de suite; or, sur chaque cône normal il y a trois arêtes telles que (A) $A\tau$, (B) $B\tau$, (C) $C\tau$, qui passent par les centres des sphères fixes et les points de contact de celles-ci avec la sphère mobile, donc les trois centres (A), (B), (C) sont sur la ligne suivant laquelle les cônes normaux sont coupés par le plan de ces trois centres; de plus les plans tangens aux cônes normaux le long des arêtes (A) $A\tau$, (A) $A\tau'$, (A) $A\tau''$, etc. ont une trace commune sur le plan des centres des sphères fixes; car les tangentes à leurs bases $A\tau\, B\tau\, C\tau$ (τ étant quelconque) aux points $A\tau$, $A\tau'$, $A\tau''$, etc., passent par un même point de la ligne L située dans le plan des centres; donc tous les plans tangens aux points $A\tau$, $A\tau'$, $A\tau''$, passeront par la droite qui joint ce point et le centre de la sphère A, et cette droite en sera la commune trace.

On prouvera de la même manière que tous les plans tangens aux points $B\tau$, $B\tau'$, $B\tau''$, etc., ainsi qu'aux points $C\tau$, $C\tau'$, $C\tau''$, etc., ont une trace commune sur le plan des trois centres (A), (B), (C); d'où il suit que la ligne suivant laquelle des cônes normaux à l'enveloppe le long des cercles $A\tau\, B\tau\, C\tau$, $A\tau'\, B\tau'\, C\tau'$, etc., sont coupés par le plan des cercles des sphères fixes, est assujettie à

passer par trois points (A), (B), (C) et à être touchée aux mêmes points par trois droites données; or ces cinq conditions déterminent entièrement une section conique; donc tous les cônes normaux à l'enveloppe le long des premières lignes de courbure passent par une même ligne du second ordre tracée dans le plan des trois cercles (A), (B), (C); donc chaque point de cette dernière ligne est le pied d'une infinité de normales; donc la surface qu'on considère peut encore être l'enveloppe de l'espace parcouru par une sphère dont le centre se meut sur la ligne du second degré, intersection commune des cônes normaux le long des premières lignes de courbure; d'où il suit que les cercles communs à deux positions consécutives de la nouvelle sphère mobile sont les secondes lignes de courbure; il est donc démontré que toutes les lignes de courbure de la surface proposée sont des cercles.

On peut déduire de ces recherches sur les lignes de courbure, la solution des troisième et quatrième problèmes; en effet l'enveloppe de l'espace parcouru par une sphère qui touche constamment trois sphères fixes pouvant être engendrée par une sphère mobile de deux manières différentes, en nommant S, S', S'', etc., les sphères tangentes aux trois sphères fixes qui appartiennent au premier mode de génération, s, s', s'', etc., les sphères qui appartiennent au second mode de génération, les sphères S, S', S'' sont tangentes à l'enveloppe suivant la première série des lignes de courbure, les sphères s, s', s'' sont tangentes à la même enveloppe suivant la seconde série de ces lignes; or, une des lignes de courbure de la première série coupe toutes les lignes de courbure de la deuxième, et réciproquement; donc une sphère quelconque de l'un des deux systèmes touche toutes les sphères de l'autre système; d'où il suit que l'enveloppe commune des sphères S, S', S'', etc., et s, s', s'', etc., peut être engendrée par une sphère mobile qui touche trois sphères fixes prises ou dans la série S, S', S'', ou dans la série s, s', s'', etc., donc les propriétés de l'enveloppe résultante de l'une des deux générations s'appliqueront également à l'autre; or, les centres des sphères s, s', s'', etc.; sont situés sur une courbe plane du deuxième degré; donc les centres des sphères S, S', S'', etc., appartiennent à une courbe de même espèce.

De quelques propriétés de la courbe parcourue par le centre d'une sphère mobile qui touche constamment trois sphères fixes.

La suite des points de contact des sphères s, s', s'', etc., avec une quelconque des sphères S, S', S'' est un cercle, et la surface normale à l'enveloppe des sphères le long de ce cercle est un cône qui passe par la courbe, lieu des centres des sphères s, s', s'', etc.; or le rayon des sphères S, S', S'', etc., allant toujours en augmentant, il y a une de ces surfaces qui devient un plan; donc la suite des

points de contact des sphères s, s', s'', etc., avec ce plan est un cercle, et la surface normale suivant ce cercle de conique devient cylindrique; mais la courbe des centres des sphères s, s', s'', etc., est à-la-fois sur toutes les surfaces normales; donc elle peut être considérée comme l'ellipse résultante de l'intersection d'un cylindre droit par un plan.

Les plans des cercles qui sont les lignes de courbure de l'enveloppe situées sur les sphères S, S', S'', etc., passent par une même droite tracée sur le plan de la courbe des centres des sphères s, s', s'', etc.; or le plan de la courbe qui contient les centres des sphères S, S', S'', etc., est perpendiculaire aux plans des lignes de courbure situées sur ces sphères; donc il est perpendiculaire à la droite par laquelle ils passent, et par conséquent au plan de la courbe formée par les centres des sphères, s, s', s'', etc.

D'où il suit que la surface enveloppe de l'espace parcouru par une sphère qui touche trois sphères fixes, peut être engendrée par une sphère de deux manières différentes, et que les plans des courbes du second degré, parcourues par le centre de la sphère mobile dans les deux modes de génération, sont perpendiculaires entre eux.

Si on considère deux sphères prises dans la série, s, s', s'', etc., elles toucheront une quelconque des sphères S, S', S'', etc.; soient r et r' les rayons des sphères touchantes et R le rayon de la sphère touchée, d et d' les distances de leurs centres, on aura $d=r+R$ $d'=r'+R$ donc $d-d'=r-r'$, équation indépendante de la sphère touchée dont le rayon est R; d'où il suit que deux points quelconques de la courbe qui contient les centres des sphères, s, s', s'', etc., peuvent être considérés comme les foyers de la courbe qui contient les centres des sphères, S, S', S'', etc. *et que les véritables foyers de cette dernière courbe sont aux points d'intersection de son plan, avec la courbe qui contient les centres des sphères s, s', s'', etc.*

Considérant deux sphères dans la série S, S', S'', etc., elles toucheront une quelconque des sphères, s, s', s''; soient encore R et R' les rayons des sphères touchantes et r celui de la sphère touchée; D, D' les distances de leurs centres, on aura $D=R+r$, $D'=R'-r$; donc $D+D'=R+R'$, équation indépendante de la sphère touchée dont le rayon est r; d'où il suit que deux points quelconques pris sur les deux branches de la courbe qui contient les centres des sphères, S, S', S'', etc., peuvent être considérés comme les foyers de la courbe qui contient les centres des sphères s, s', s'', etc., et que les véritables foyers de cette dernière courbe sont aux points d'intersection de son plan avec la courbe qui contient les centres des sphères S, S', S'', etc., *donc les foyers des deux courbes* lieux des centres des sphères S, S', S'', etc., et s, s', s'', etc., sont sur la droite intersection des plans qui les contiennent, et les sommets de l'une d'elles sont les foyers de l'autre.

SIXIÈME PROBLÈME.

Mener un cercle tangent à trois cercles donnés (1)?

Les cercles donnés étant considérés comme les grands cercles de trois sphères, la question proposée revient à celle-ci.

Trouver parmi les sphères tangentes à trois sphères données celle qui a son centre dans le même plan que les centres des sphères touchées?

Ces deux questions étant les mêmes, elles ont le même nombre de solutions; or pour la dernière le nombre est huit; en effet soient A, B, C, les trois sphères données, la sphère tangente à l'une d'elles peut la toucher intérieurement et extérieurement, qu'on désigne celles qui les touchent toutes trois intérieurement et extérieurement, la première par $Ai\ Bi\ Ci$, et la seconde par $Ae\ Be\ Ce$, les autres sphères seront, d'après la même notation, désignées de la manière suivante : $Ai\ Bi\ Ce$, $Ai\ Ci\ Be$, $Ai\ Be\ Ce$, $Ae\ Be\ Ci$, $Ae\ Ce\ Bi$, $Ae\ Bi\ Ci$; et comme la même sphère ne peut pas toucher à la fois intérieurement et extérieurement, et que par conséquent il n'y a pas de sphère tangente dont la désignation puisse comprendre les deux signes $Ai\ Ae$ ou $Bi\ Be$ ou $Ci\ Ce$, toutes les sphères tangentes aux trois sphères A, B, C, et ayant leurs centres dans le plan des centres de ces derniers, sont au nombre de huit; d'où il suit que le problème proposé a aussi huit solutions.

Toutes les sphères $Ai\ Bi\ Ci$ et $Ae\ Be\ Ce$ tangentes intérieurement et extérieurement aux sphères A, B, C, ont leurs centres sur une même courbe du deuxième degré; en effet, nommant r le rayon d'une sphère quelconque $Ai\ Bi\ Ci$; d, d', d'' les distances de son centre aux centres des sphères A, B, C, dont les rayons sont a, b, c, on a $d = r - a$, $d' = r - b$, $d'' = r - c$; donc $d' - d = a - b$, $d'' - d' = b - c$, $d'' - d = a\ c$; ce qui indique que les centres des sphères $Ai\ Bi\ Ci$ se trouvent à la fois sur trois hyperboloïdes de révolution et par conséquent sur une courbe qui leur est commune; or les sphères $Ae\ Be\ Ce$ ont leurs centres sur la même courbe, car nommant R le rayon de l'une quelconque d'elles, δ, δ', δ'' leurs distances aux centres des sphères A, B, C, on a ainsi $\delta = R + a$, $\delta' = R + b$, $\delta'' = R + c$; donc $\delta - \delta' = a - b$, $\delta' - \delta'' = b - c$, $\delta - \delta'' = a - c$; donc les sphères $A_E\ B_E\ C_E$ ont leurs centres sur les mêmes hyberboloïdes de révolution que les sphères $Ai\ Bi\ Ci$, et par conséquent sur les mêmes courbes; et comme on a démontré que cette courbe étoit

(1) Voyez la solution analytique de ce problème, 1°. Arithmétique universelle de Newton, traduction de N. Baudeux, in-4°., 1er. vol., pag. 204; 2°. Mémoires de l'académie de Pétersbourg, année 1788, l'un de L. Euler, et l'autre de N. Fuss.

plane, que d'ailleurs elle est infinie, puisque la sphère tangente peut devenir un plan, il s'ensuit qu'elle est une hyperbole.

Les sphères tangentes $Ai\ Bi\ Ce$ et $Ae\ Be\ Ci$ ont par la même raison leurs centres sur la même hyperbole; pour une quelconque des premières, on a $d = r - a$, $d' = r - b$, $d'' = r + c$, pour une quelconque des secondes, on a $\delta = R + a$, $\delta' = R + b$, $\delta'' = R - c$; donc: $d' - d = \delta - \delta'$, $d'' - d' = \delta'$, $- \delta''$, $d'' - d = \delta - \delta''$; donc les centres des huit sphères demandées sont placés sur quatre hyperboles.

Mais on vient de démontrer pour l'une de ces hyperboles, que les points de cette courbe situés dans le plan mené par les centres des sphères touchées en étoient les sommets : il en est de même pour les trois autres hyperboles; donc les huit sommets des quatre hyperboles sont les centres des sphères demandées, et les considérations d'après lesquelles on déterminera l'un de ces sommets, s'appliqueront également à la recherche des sept autres.

Qu'on se représente toutes les sphères $Ae\ Be\ Ce$ tangentes aux sphères fixes A, B, C, l'hyperbole lieu des centres de ces sphères tangentes, le cercle lieu de leurs points de contact avec les sphères touchées, et enfin la droite L, qui passe par les sommets des cônes circonscrits à ces sphères fixes; le plan de l'hyperbole est perpendiculaire à la droite L et par conséquent au plan des centres A, B, C qui renferme cette droite; le cercle lieu des points de contact est aussi dans un plan perpendiculaire à celui des centres, donc si après avoir déterminé la droite L, on trouve 1°. le centre d'une des sphères $Ae\ Be\ Ce$, dont le rayon aura été pris à volonté; 2°. le point de contact de cette sphère avec l'une quelconque des trois sphères A, B, C, ces deux points serviront à déterminer le centre de la sphère cherchée; par le premier point centre de la sphère $Ae\ Be\ Ce$ on mènera un plan perpendiculaire à la droite L, qui sera celui de l'hyperbole; ce plan coupera le plan des centres $A\ B\ C$ suivant une droite qui contiendra les centres du cercle cherché; par le deuxième point on mènera un plan tangent à la sphère sur laquelle il est situé, soit cette sphère celle dont le centre est A; ce plan coupera la droite L en un point par lequel on mènera une tangente au grand cercle donné qui a son centre en A; on joindra le point de contact et le centre de ce grand cercle par une droite qui contiendra encore le centre du cercle cherché; on aura donc deux droites dont chacune devra contenir le centre, donc sa position sera déterminée; ce centre ainsi que les sept autres qu'on trouveroit de la même manière, sont placés sur quatre droites perpendiculaires à celles (voyez problème premier) qui contiennent les sommets des cônes inscrits et circonscrits aux sphères, dont les trois cercles donnés seroient les grands cercles.

SEPTIÈME PROBLÈME.

Mener une sphère tangente à quatre sphères données.

Solution: Soient A, B, C, D les quatre sphères données; considérant d'abord trois de ces sphères, par exemple, A, B, C, on déterminera les quatre courbes du deuxième degré qui contiennent les centres de toutes les sphères qui leur sont tangentes et les quatre cercles suivant lesquels ces sphères touchent chacune des trois sphères A, B, C.

Combinant ensuite deux des trois sphères précédentes, A et B par exemple, avec la troisième D, on déterminera les quatre cercles de contact de chacune des trois sphères A, B, D, avec toutes les sphères qui peuvent la toucher; supposons ces cercles connus sur la sphère A; chacun d'eux coupera les quatre cercles trouvés par la première combinaison sur la même sphère A, en deux points; d'où il suit qu'il y aura 32 points de contact possibles entre une quelconque des quatre sphères A, B, C, D et une cinquième sphère qui les touche toutes quatre.

Les quatre courbes du second degré, lieux des centres des sphères tangentes aux trois sphères A, B, D, auront aussi 32 points communs avec les quatre courbes qui contiennent les centres des sphères tangentes aux trois sphères A, B, C; ayant trouvé ces points, on aura les centres des sphères cherchées et un point par lequel chacune de ces sphères doit passer; donc elles seront entièrement déterminées. Cette solution fait voir que quatre sphères peuvent être touchées par une cinquième sphère de 32 manières différentes.

Résumé des proportions démontrées dans ce mémoire sur le contact des sphères.

1°. Un plan peut toucher trois sphères données de huit manières différentes.

2°. Une sphère d'un rayon déterminé peut toucher trois sphères données de seize manières différentes.

3°. Lorsqu'une sphère variable de rayon se meut en touchant constamment trois sphères fixes données de grandeur et de position, la courbe formée sur chacune des sphères fixes par la suite de ses points de contact avec la sphère mobile est un cercle, et la ligne parcourue par le centre de cette dernière sphère est une section conique.

4°. Toutes les lignes de courbure de la surface enveloppe de l'espace parcouru par une sphère qui se meut en touchant trois sphères fixes, sont des cercles, en sorte que cette enveloppe peut être engendrée par une sphère mobile de deux manières différentes; les courbes parcourues par le cercle de la sphère mobile dans les deux systèmes de génération sont des lignes du second degré telles, que les foyers de l'une sont les sommets de l'autre (mémoire de M. Dupin).

5°. Trois cercles donnés dans un plan peuvent être touchés par un quatrième cercle de huit manières différentes.

6°. Quatre sphères peuvent être touchées par une cinquième sphère de 32 manières différentes.

DES SURFACES DU SECOND DEGRÉ,

PAR M. LIVET, RÉPÉTITEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Euler a, le premier, traité des surfaces du second degré dans son livre *Introductio in analysin*, traduit en français par M. Labey; il a fait voir que toutes les formes sous lesquelles ces surfaces se présentoient, pouvoient se réduire à cinq, qu'elles avoient un centre; trois axes principaux rectangulaires; il a indiqué le cas dans lequel le centre s'éloigne à l'infini. MM. Monge et Hachette ont démontré (Journal de l'Ecole, n°. XI) que toutes les surfaces du second degré pouvoient être engendrées par un cercle variable de rayon et constamment parallèle à un même plan, et que quelques-unes d'entre elles pouvoient l'être par une droite mobile assujettie à s'appuyer sur trois droites fixes; les propriétés suivantes de ces surfaces ne sont pas moins remarquables par leur analogie avec celles qui sont déja connues pour les courbes du même degré.

Première proposition. Si on prend arbitrairement deux des diamètres conjugues et à volonté un des axes principaux, le parallélipipède construit sur ces trois droites sera équivalent à celui que l'on formeroit en prenant pour arêtes contigues les deux axes principaux restans, et celui des trois diamètres conjugués qui n'a pas été employé à la construction du premier parallélipipède.

Soit l'équation de la surface rapportée à ses trois axes principaux $2a$, $2b$, $2c$,

$$a^2b^2z^2 + a^2c^2y^2 + b^2c^2x^2 = a^2b^2c^2$$

nommant a', b', c', les trois diamètres conjugués, T, T', T'' les angles que le plan des deux diamètres a', b' forme avec les plans des xy, xz et yz, V l'angle de ces deux diamètres, X'', Y'', Z'' les angles du diamètre c' avec les axes des x, des y, des z, M. Livet démontre la vérité des équations suivantes:

$$c a' b' \cos T \sin V = c' ab \cos Z'',$$
$$b a' b' \cos T' \sin V = c' ac \cos Y'',$$
$$a a' b' \cos T'' \sin V = c' bc \cos X'',$$

Considérant la première de ces équations, il remarque que $a' b' \sin V$ est la surface du parallélogramme qui a pour côtés contigus a' et b'; que $c \cos T$ est la perpendiculaire abaissée de l'extrémité de l'axe c sur le plan de ce parallélogramme; d'où il suit, que $ca'b' \cos T \sin V$ exprime le volume d'un parallélipipède construit sur a', b' et c comme arêtes contigues; d'un autre côté $c' ab \cos Z''$

est l'expression du volume du parallélipipède construit sur les trois droites a, b, c'; donc ces deux parallélipipèdes sont égaux, ce qui est l'énoncé de la première proposition; les deux autres équations donneroient lieu à des conclusions semblables.

Deuxième proposition. Le parallélipipède construit sur les trois diamètres conjugués est équivalent à celui que l'on formeroit sur les trois axes.

Cette proposition est comprise dans l'équation suivante :
$a'b'c' \sin V \sin \theta = abc$, θ étant l'angle du diamètre c' avec le plan des deux autres diamètres a' et b'.

Troisième proposition. Si de l'extrémité d'un des diamètres conjugués, on abaisse sur le plan des deux autres une perpendiculaire, le carré de cette ligne sera égal à la somme des carrés des trois perpendiculaires abaissées des extrémités des trois axes principaux sur le même plan :

L'équation suivante démontre la vérité de cette proposition :
$c'^2 \sin^2\theta = a^2 \cos^2 T'' + b^2 \cos^2 T' + c^2 \cos^2 T$.

Quatrième proposition. La somme des carrés des trois diamètres conjugués est égale à la somme des carrés des trois axes.

Cette proposition est la traduction de l'équation suivante :
$a'^2 + b'^2 + c'^2 = a^2 + b^2 + c^2$.

Parmi les propriétés des surfaces du second degré, il en est une que Monge a donnée depuis longtems dans ses leçons, et qu'il n'a pas encore publiée; il a d'abord démontré que le sommet d'un angle droit, dont les côtés se meuvent en touchant constamment une ellipse, décrivoit un cercle, et il en a conclu que le point d'intersection de trois plans rectangulaires qui se meuvent en touchant continuellement une ellipsoïde, décrivoit une surface sphérique concentrique à la surface du second degré.

LIVRES PUBLIÉS PAR D'ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Traité analytique des courbes et des surfaces du deuxième degré, par J.-B. Biot.

Traité élémentaire de minéralogie, suivant les principes de Werner, par Brochant.

Traité élémentaire de mécanique, par L. B. Francœur.

Essais de géométrie analytique, par Lefrançois.

Elémens de statique, par Louis Poinsot.

Fragmens sur l'algèbre et la trigonométrie, précédés du programme d'un cours complet de mathématiques. — Introduction à l'algèbre. — Notes sur l'arithmétique de Bezout. — Cours à l'usage des ingénieurs du cadastre, 3 vol. in-8. — Notes sur la géométrie de Bezout. — Application de l'algèbre à la géométrie. — *Traité* d'algèbre, en 2 vol. (ces trois derniers ouvrages sont sous presse) par A.-A.-L. Reynaud.

NOUVEAUX INSTRUMENS ACQUIS POUR LE CABINET DE PHYSIQUE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Appareil à rendre l'air incandescent.

Cet appareil a été décrit dans un rapport fait à l'Institut le 17 floréal an 12 par MM. Charles et Fourcroy; la pompe du fusil à vent en est la principale pièce. On sait que cette pompe est composée d'un canon de fer et d'un piston mobile, que deux vis placées à l'extrémité du canon empêchent d'en sortir; au-dessous de ces vis le canon est percé d'un trou par lequel il se remplit d'air atmosphérique; pour charger le fusil à vent, on visse le canon sur la culasse; pour rendre l'air incandescent, on le ferme par une virole, dont le fond, en verre un peu épais, est ajusté comme l'oculaire d'une lunette; ayant ainsi disposé la pompe, on comprime l'air dans l'intervalle qui sépare l'extrémité du piston du fond de la virole; on en exprime, pour ainsi dire, le calorique, qui se manifeste à travers la glace sous la forme de lumière (1). Le succès de cette expérience dépend de la promptitude avec laquelle on opère la compression; elle réussit constamment, lorsqu'on réduit le volume d'air contenu dans le canon au $\frac{1}{20}$ en un tems très-court comme de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de seconde; en plaçant un peu d'amadou dans l'intérieur de la virole, il s'y enflamme; le métal fusible de Darcet s'y fond et se projette sur les parois de la virole.

D'après le rapport de MM. Charles et Fourcroy, c'est un ouvrier de St.-Etienne, M. Chauvin, qui a le premier remarqué cette propriété de l'air fortement et subitement comprimé, de pouvoir allumer un corps combustible; M. Mollet, professeur de physique à Lyon, en a informé l'Institut le 28 brumaire an 12.

Nicholson, dans son Journal de Physique, novembre 1802, rapporte des observations qui s'accordent avec l'expérience de M. Mollet. Dalton avoit observé qu'un thermomètre placé sous un récipient dans lequel on dilatoit et on comprimoit l'air, varioit sensiblement, et après s'être assuré que cette variation ne dépendoit pas du changement de volume dans l'enveloppe de la liqueur thermométrique, il chercha les moyens de la déterminer exactement; pour y parvenir, il tint compte du tems que le thermomètre avoit mis à s'élever et à s'abaisser, ensuite il chercha à quelle température devoit être l'air atmosphérique, pour qu'en y plongeant

(1) Il seroit possible que la lumière qu'on a observée dans les baromètres provînt de la réduction spontanée de l'espace qui est vide ou presque vide d'air, et qui ne l'est pas de calorique.

le thermomètre il s'élevât ou s'abaissât dans le même tems du même nombre de degrés, et il trouva que l'air atmosphérique à 10° *R.* de température, dont la densité étoit doublée par la compression, s'élevoit en température d'environ 22 degrés *R.*

M. Pictet avoit aussi constaté l'élévation de température, lorsqu'on comprime l'air, et l'abaissement lorsqu'on le dilate.

Du syphon à écoulement dans le vide.

Soit un syphon à deux branches cylindriques verticales, réunies par une troisième branche horisontale de même forme; nommons H la longueur de la plus grande branche, h celle de la plus petite, P la pression de l'atmosphère, et supposons qu'on ait rempli le syphon d'un liquide tel que le mercure : le poids du mercure contenu dans la petite branche sera $a\,\pi\,h$, a étant la section intérieure faite perpendiculairement à la longueur du syphon, et π la pesanteur spécifique du mercure; par la même raison $a\,\pi\,H$ sera le poids du mercure contenu dans la plus longue branche; prenant pour P la hauteur de la colonne de mercure dans le baromètre, le liquide renfermé dans la petite branche sera soulevé par une force égale à $a\,\pi\,(P-h)$; celui contenu dans la plus longue branche descendra avec une force égale à $a\,\pi\,(H-P)$; si cette dernière force est plus grande que la première, et si de plus les extrémités des branches du syphon plongent dans le mercure, il y aura interruption dans le liquide et écoulement dans le vide; la condition, pour que cet effet ait lieu, sera exprimée par cette inégalité :

$$a\,\pi\,(H-P) > a\,\pi\,(P-h) \text{ ou } H+h > 2\,P\,;$$

Le syphon construit pour l'Ecole, et qui satisfait à cette condition, est formé d'un tube de verre d'un petit diamètre d'environ 6 pieds de long; il est coudé, et ses deux branches sont à-peu-près parallèles; la plus courte a de 26 à 27 pouces; chaque branche est terminée par un petit robinet en fer. Pour mettre ce syphon en action, on commence par le remplir de mercure, et après avoir fermé les deux robinets, on les plonge dans des vases contenant du mercure; à l'instant où l'on ouvre ces robinets, le vide se forme dans la grande branche à partir du point le plus élevé, et comme l'extrémité de cette branche plonge dans le mercure, le liquide s'y élève à une hauteur égale à celle du baromètre; ensuite l'écoulement a lieu, et le liquide, en sortant de la courte branche pour se jetter dans la plus longue, se divise, et traverse le vide formé dans cette dernière blanche.

Cette nouvelle forme de syphon offre l'image du mouvement dans le vide, et peut servir à faire comprendre la théorie de cet instrument, qui n'a, je crois, encore été exposée complettement dans aucun ouvrage de mécanique. H. C.

Du bélier Hydraulique de Montgolfier.

Cette machine a été décrite par son inventeur dans le Journal des Mines, n°. 73, vol. 13; sa construction est fondée sur l'accélération de vîtesse d'une masse liquide tombant dans un tuyau, et sur la communication de ce mouvement à une autre masse liquide animée d'une vîtesse moindre que la première. On sait qu'un corps grave, en tombant dans le vide, parcourt 4,9 mètres dans la première seconde; une colonne liquide qui tombe sans frottement dans un tube vertical où l'on a fait le vide, parcourt le même espace dans le même tems, et son mouvement est uniformément accéléré; en supposant ce tube entretenu constamment plein, et en ayant égard au frottement du fluide contre lui-même et contre les parois du tube qui le contient, le mouvement est tel que, quoiqu'il cesse d'être uniformément accéléré, la vîtesse de la colonne d'abord nulle, arrive par degrés à son *maximum*, en un tems plus ou moins long, que l'expérience fait connoître; ce tems dépend des dimensions et de la forme du tube, qui peut être droit ou incliné, continu ou discontinu; le fluide qu'il contient ayant acquis une certaine vîtesse, il en résulte une quantité de mouvement; l'objet du bélier hydraulique est de communiquer une partie de ce mouvement à la masse d'eau qu'il s'agit d'élever.

Pour comprendre cette machine, qu'on se représente deux tuyaux cylindriques de diamètres égaux, l'un horisontal et l'autre vertical, assemblés à angles droits; on les remplit d'eau, et on les entretient constamment pleins; l'orifice du tuyau horisontal étant fermé, l'eau est dans l'état de repos; à l'instant où elle peut s'écouler par l'orifice du tuyau horisontal, sa vîtesse d'abord nulle s'accélère, et après un certain tems arrive au maximum; ce tems dépend et de la longueur du tuyau vertical, qui est, suivant l'expression de Mongolfier, la colonne active, et de la longueur du tuyau horisontal, qui est la colonne passive, et enfin des frottemens.

Deux soupapes ajoutées au tuyau horisontal composent toute la machine; la colonne active est entretenue constamment pleine par une source; la colonne passive est terminée par une soupape (S) qui reste ouverte lorsque l'eau du bélier est en repos, et qui se ferme par l'action de cette eau mise en mouvement; cette même colonne reçoit près de la soupape (S) le tuyau par lequel doit s'élever une portion de l'eau fournie par la source; ce tuyau ascendant communique à la colonne passive par une soupape S' qui reste fermée dans l'eau en repos, et qui s'ouvre par l'action de l'eau mise en mouvement.

Voici maintenant le jeu de la machine : au premier instant, les soupapes S et S' sont, l'une ouverte, et l'autre fermée; l'eau du bélier s'écoulant par la soupape ouverte, acquiert après un tems

fini une vîtesse finie; alors la soupape S se ferme, la force qui résulte d'une colonne d'eau en mouvement arrêtée brusquement, agit dans tous les sens, et oblige la soupape S' à s'ouvrir; l'eau s'élève par cette soupape dans le tuyau ascendant; sa vîtesse décroît, et lorsqu'elle est presque nulle, S' se ferme; S s'ouvre de nouveau; l'eau du bélier acquiert en s'écoulant la vîtesse primitive, et le jeu de la machine recommence; pour rendre l'écoulement par le tuyau ascendant continu, on place entre la soupape S' et l'extrémité du tuyau ascendant un réservoir d'air qui est comprimé, lorsque cette soupape S' est ouverte, et qui agit par son ressort, lorsqu'elle est fermée.

Chaque fois que la soupape S se ferme, on entend un bruit semblable à celui d'un coup de marteau, ce qui donne un moyen de connoître combien de fois elle se ferme en un tems donné.

On conçoit que le mécanisme des deux soupapes S et S' et du réservoir d'air peut être appliqué à l'extrémité du bélier, de quelque forme qu'il soit, et qu'en changeant cette forme le jeu de la machine reste le même; néanmoins on doit observer que la figure du bélier n'est pas indifférente pour en obtenir les plus grands effets; le jeu des soupapes, qui s'ouvrent et se ferment alternativement, exige un certain tems, et pour gagner ce tems, la forme d'équerre qu'on a supposée à la machine, paroît la plus convenable.

Pour juger du mérite d'une machine hydraulique, il faut avoir égard à son produit, à la dépense de l'établissement et aux frais d'entretien; sous les deux derniers rapports, l'avantage du bélier hydraulique sur toutes les autres machines n'est pas constaté; quant au produit, on en jugera par les expériences que nous allons rapporter, et dont nous certifions l'exactitude.

Dans toute machine hydraulique la dépense est la quantité d'eau qui s'écoule de la source, multipliée par la hauteur dont elle tombe avant d'agir sur la machine; le produit est la quantité d'eau qui s'écoule de la source, multipliée par la hauteur à laquelle on l'a élevée. En appliquant cette règle à la machine actuelle de Marly, les eaux de la Seine étant au plus bas, et toutes les autres circonstances étant le plus favorables possible, la dépense est au produit comme 60 est à 1.

Expérience faite à Avilly, près Senlis, chez M. Turquet, blanchisseur.

La source qui met le bélier hydraulique en action, a 3 pieds 2 pouces de chûte.

La dépense du bélier en 3 minutes est de 1639 litres d'eau; le produit dans le même tems est de 268 litres élevés à 14 pieds 2 pouces; en calculant ce produit d'après ces données, et prenant le nombre 100 pour la dépense, il est égal à 62.

Rapport de la dépense au produit 100 : 62.

Expérience faite sur le bélier de l'Ecole Polytechnique, le 17 messidor an 12.

La hauteur de la chûte est 1 mètre 82, celle de l'ascension de 11 m. 66, le tuyau de la colonne active a 0,054 m. de diamètre; il est fixé sur le fond d'un vase de figure ovale; le tuyau de la colonne passive a aussi 0,054 m. de diamètre et 10 mètres de longueur; le tuyau ascendant est en fer blanc, de 0,02 m. de diamètre intérieur et de 11 m. 66 d'élévation; sa longueur totale est de 32 m. 66. La soupape d'écoulement (S) se fermoit de 40 à 42 fois par minute.

Eau tombée en 10 minutes. . . . . 493,7 litres.

Eau élevée pendant le même tems à 11 m. 66. . 51,8.

Il suit d'après ces données que la dépense est au produit :: 100 : 45.

Expérience faite sur le bélier de M. Mongolfier, rue des Juifs, n°. 18.

La chûte est de 2 m. 6; la colonne active a 0,108 m. de diamètre; la colonne passive a 0,054 m. de diamètre et 10,4 de longueur. La conduite d'élévation, y compris le tuyau ascendant, est de 29 m. de longueur; son diamètre intérieur est de 0,027 m.; la hauteur à laquelle on élève les eaux est de 16,06 m.

La soupape d'écoulement (S) se fermoit 104 fois par minute.

Eau dépensée en 10 minutes. . . . 676 litres.

Eau élevée dans le même tems. . . . 624.

Il suit de cette expérience, que la dépense est au produit :: 100 : 57.

En prenant la moyenne de ces trois expériences, la dépense d'eau dans le bélier hydraulique est au produit de cette machine dans le rapport de 100 à 54.

CRISTALLISATION DU *LAPIS LAZULI* (*lazulite* Haüy), *découverte par MM.* Clément et Desormes.

Le *lapis lazuli* a intéressé les naturalistes de tous les tems, mais cette pierre étoit restée pour eux un objet de doute sous le rapport, si essentiel, de la forme cristalline qui lui est propre.

M. Haüy, dans son Traité de minéralogie, vol. 3, pag. 149, dit : *il seroit plus facile de déterminer le vrai type de ce minéral, si on le trouvoit sous des formes cristallines qui permissent à la minéralogie de concourir avec la chimie à cette détermination.*

Deux chimistes, M. Desormes, répétiteur à l'École polytechnique, et M. Clément son ami, ont répondu au vœu du minéralogiste; ils ont découvert un cristal de *lazulite* qu'ils n'ont fait voir sur sa gangue, et dont ils ont cru pouvoir rapporter la forme au dodécaèdre à plans rhombes.

Pour confirmer leur opinion à cet égard, je n'ai eu qu'à rapprocher ce cristal d'un grenat dodécaèdre du même volume ; il m'a été facile d'y reconnoître une parfaite ressemblance, tant dans le nombre que dans la disposition des faces et dans les angles, soit des rhombes eux-mêmes, soit de leurs inclinaisons respectives.

Le cristal qui fait l'objet de cette notice, a environ 6 millimètres de côté mesuré sur la grande diagonale des rhombes ; il présente dans sa cassure les caractères connus du *lapis*, et la vue simple découvre dans son intérieur le mélange, indiqué par Haüy, de carbonate de chaux et de grains de sulfure de fer. Ce cristal et le morceau dont il a été détaché, ont été mis sous les yeux des élèves dans la leçon de chimie minérale du 8 floréal, par M. Guyton.

J'observe que me défiant de la réalité d'un lazulite véritablement cristallisé, je me suis fait la question, si la forme qui m'étoit présentée ne pourroit pas être due à une empreinte ou à un moule fourni par une autre matière ; mais l'examen le plus scrupuleux ne m'a rien fourni qui donnât quelque fondement à cette hypothèse, et probablement quelqu'autre hasard heureux confirmera cette première observation.

Pesanteur spécifique.

Du cristal de lazulite qui fait l'objet de cette notice.	2,333
Du lazulite, suivant Haüy	2,767 à 2,945.
Du grenat rhomboïbal mentionné plus haut. . .	3,400
Du grenat, suivant Haüy.	3,557 à 4,188.

LERMINA.

Le rapport sur la situation de l'Ecole polytechnique en l'an 12, présenté au Ministre de l'intérieur par le conseil de perfectionnement, a paru imprimé, et a été distribué dans le courant de floréal.

M. Hassenfratz, professeur de physique à l'Ecole polytechnique, a publié, cette année, la première partie d'un ouvrage intitulé : *Traité de l'art du charpentier*, approuvé et adopté par l'Institut national, pour faire suite aux Arts et métiers, publiés par l'Académie des sciences.

Il est divisé en six parties; la première traite des bois, de leur croissance, de leurs propriétés, du travail qu'ils éprouvent avant d'être employés en charpente, et de leur transport aux lieux de consommation.

---

§ II.

ÉVÈNEMENS PARTICULIERS, ET ANECDOTES.

En nivose dernier, d'après la demande du Ministre de la marine, dix élèves de l'École, choisis régulièrement par le jury d'admission aux services publics, ont été envoyés à Boulogne pour suivre les travaux sous les ordres de l'ingénieur de la marine.

Ces dix élèves sont :

MM. Audoy, Daniel et Hamart, se destinant au génie maritime ;

MM. Grétry, Mialhe, Pion, Plessis, Navier, Robillard, Vaissière, se destinant au génie des ponts et chaussées.

Dans un rapport fait au Premier Consul, le Ministre de l'intérieur observoit que l'École polytechnique ayant pour but exclusif de fournir des sujets aux écoles d'application pour les divers services publics, et que le nombre des élèves reçus n'étant point à cet égard au-dessus des besoins, il n'étoit pas possible de trouver parmi ces élèves des sujets pour servir dans l'armée en qualité d'officiers; mais il a rappelé en même tems, que parmi les candidats qui se présentent aux examens, il s'en trouve, chaque année, un nombre considérable que le jury regrette de ne pouvoir admettre, et qu'il recommande à la bienveillance du Gouvernement, comme très-capables de le servir utilement dans les armées. Le Consul adoptant cette proposition a décidé de choisir des officiers parmi ces sujets intéressans.

En conséquence de cette disposition, le Ministre de la guerre a adressé des lettres de sous-lieutenans dans les troupes de ligne à sept candidats compris sur la liste supplémentaire du jury de l'an 12.

Les candidats nommés sous-lieutenans, sont :

MM. Mathieu...	9e. régiment d'infanterie de ligne.
Rossignol..	10e. *idem.*
Méquin....	3e. régiment d'infanterie légère.
Candie.....	14e. *idem.*
Rivarol....	45e. régiment d'infanterie de ligne.
Mazier.....	43e. *idem.*
Coutier.....	69e. *idem.*

M. Segond (Anne-Joseph-David) élève admis à l'école du génie de Metz, et l'un des 30 tirés de l'Ecole polytechnique en messidor

en 11 pour le service de la marine, étoit employé à Mézières à la construction de 4 chaloupes canonnières; le 14 pluviose, une barque chargée de 18 ouvriers de son chantier chavire dans un bras de la Meuse; les cris des malheureux appellent à leur secours; Segond s'élance dans l'eau, et parvient à ramener successivement au rivage 9 de ces ouvriers; six ont été sauvés par leurs camarades : trois ont péri.

Dix jours auparavant, il étoit tombé à l'eau, par un accident semblable avec le cit. Crépy, entrepreneur; Segond, en se sauvant lui-même, avoit sauvé son compagnon, qu'il avoit saisi sous les flots et ramené à bord.

Admis à la cérémonie qui a eu lieu aux Invalides le dimanche 26 messidor, pour la prestation de serment de la légion d'honneur, les élèves étoient placés dans une tribune au-dessus des anciens militaires invalides. Ce contraste touchant avoit déja frappé tous les regards, lorsqu'un acte de piété filiale de la part de l'un des élèves, couronné par un acte de clémence de l'Empereur, a rempli le cœur de tous les élèves d'une reconnoissance qui s'est manifestée par les plus vives expressions d'un sentiment justement exalté.

MM. L. Monge, Lévêque, Biot, Maurice et Dinet ont été nommés examinateurs pour le concours d'admission à l'École, qui sera ouvert le 1er. complémentaire de l'an 12.

MM. Biot et Dinet sont anciens élèves de l'École.

---

§. III. PERSONNEL.

Relevé des élèves admis à l'École polytechnique, depuis son établissement, jusques et compris le mois de frimaire an 12.

An 3	391 élèves.
4	82
5	113
6	108
7	143
8	125
9	75
10	110
11	117
12	139
Total des élèves admis à l'École polytech.	1,403

Dans les nos. suivans il sera donné la liste nominative de la totalité des élèves admis dans les 9 premières promotions, afin de former, avec la liste insérée au no. 1 des élèves admis en l'an 12, un tableau complet de tous les individus qui ont fait et feront par la suite partie de l'École. Ces listes seront accompagnées de notes intéressantes qu'on aura pu se procurer sur chacun des élèves.

Additions à la liste d'admission à l'École pour l'an 12.

M. Sthème (Jacques) né le 15 juillet 1782, à Verdun, département de la Meuse.

M. Brun (Joseph-Antoine) né le 21 juillet 1781 à Chambéry, département du Mont-Blanc.

M. Thenard (Louis-Jacques), répétiteur de chimie à l'École depuis le 1er. nivose an 7, a été nommé, en germinal dernier, professeur de chimie au collège de France, à la place vacante par la démission de M. Vauquelin.

M. Terquem (Olry) élève, entré à l'École en brumaire an 10, exerçant les fonctions de répétiteur d'analyse depuis le 19 brumaire an 12, a été nommé professeur de mathématiques transcendantes au lycée de Mayence.

M. Mary-Vallée (Amand-Constant), élève de l'École depuis nivose an 7, jusqu'au 1er. frimaire an 11, a été nommé professeur de mathématiques au lycée de Caen, en pluviose an 12.

Explication des figures. — Planche I.

Fig. I. Voyez la page 20.

Fig. II. Bélier hydraulique, établi dans le jardin de l'École polytechnique.

PP colonne passive.

S soupape d'écoulement; sa tige passe dans une virole, un foible ressort *rr* formé par un fil de cuivre, plié en spirale, la tient ouverte dans l'eau en repos; elle se ferme de haut en bas, par l'action de l'eau en mouvement.

S' soupape de communication entre le tuyau ascendant *TM*, et la colonne passive *PP*; elle s'ouvre de bas en haut.

R réservoir d'air destiné à rendre continu l'écoulement par le tuyau ascendant *TM*.

VV fond du tuyau par lequel s'écoule l'eau qui s'échappe par la soupape *S*.

Un décret impérial vient d'organiser militairement l'École polytechnique. Ce décret n'est pas encore publié, mais le choix déja fait du Gouverneur prouve que S. M. l'Empereur a l'intention bien prononcée de conserver et perfectionner l'établissement, puisqu'il l'a confié aux soins d'un savant, qui réunit le génie des arts au génie de l'administration, qui fait journellement ses preuves dans tous les genres, et qui, en outre, n'a cessé de protéger efficacement l'École dans toutes les circonstances.

Explication de la Planche supplémentaire du N°. 2 de la Correspondance.

M. Monge a donné dans sa Géométrie descriptive la solution du problême « Mener un plan tangent à une sphère par une droite donnée hors de cette sphère? » Il a supposé le centre de la sphère placé d'une manière quelconque par rapport aux plans de projections, mais dans l'épure gravée qui fait partie du cours de géométrie descriptive de la première année d'études de l'Ecole Polytechnique, le centre de la sphère est placé sur la droite intersection des plans de projections; cette circonstance, modifie la solution donnée par M. Monge; les figures première et seconde de la planche supplémentaire indiquent les constructions pour ce cas particulier; dans la figure seconde, on détermine les points de contact de la sphère et du plan, en menant par le centre de la sphère un plan perpendiculaire à la droite donnée; dans la figure première, on regarde les points où la droite donnée perce les plans de projections comme les sommets de deux cônes circonscrits à la sphère et qui la touchent suivant deux cercles; on détermine la droite intersection des plans de ces cercles; par cette droite qui joint les points de contact de la sphère, on mène un plan qui coupe la sphère suivant un grand cercle; les points communs à ce dernier cercle et à la droite qui unit les deux points de contact, sont les points de contact mêmes.

La figure troisième indique comment on mène un plan tangent à deux sphères par un point donné hors de ces sphères, et fait voir que ce problême a quatre solutions.

La figure quatrième est relative à la solution du plan tangent à trois sphères, que j'ai donnée dans le N°. 2 de la Correspondance, page 17; les droites $SS'S''$, ...$Ss's''$...... $S'ss''$ .... $S''ss'$ (page 18) sont désignées dans cette figure par les mêmes lettres; S, S', S'' sont les sommets des cônes extérieurs circonscrits, et s, s', s'' les sommets des cônes intérieurs circonscrits aux mêmes sphères.

H.

CORRESPONDANCE

SUR

L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

N°. 3. — *Pluviôse an XIII.*

§. I. TRAVAUX DE L'ÉCOLE.

GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE.

Solution complette de la pyramide triangulaire, par M. Hachette.

I.

La solution de la pyramide triangulaire comprend toute la trigonométrie sphérique : cette partie de la géométrie, étoit trop liée à l'astronomie, pour qu'elle ne suivît pas les progrès de cette science. Hypparque (140 ans avant J. C.), Théodose (du tems de Jules César), Menelaüs (1er. siècle de l'ère chrétienne), Geber (11e. siecle), Regio Montanus (né en 1436), ont successivement porté la trigonométrie sphérique au point où elle se trouvoit en 1614, époque à laquelle Neper publia sa théorie des logarithmes, et son usage pour la résolution numérique des questions d'astronomie.

L'application de l'algèbre à la géométrie avoit ouvert une nouvelle route aux géometres modernes, et les méthodes par lesquelles les Euler, les Lagrange (académie de Pétersbourg 1776 et Journal de l'École Polytechnique (n°. 6) sont arrivés aux formules de la trigonométrie sphérique, n'ont rien laissé à desirer pour l'élégance et la simplicité.

Les formules algébriques indiquent en général les opérations

arithmétiques ou géométriques qu'il faut faire sur les quantités données, pour en conclure les valeurs des quantités inconnues qui en dépendent; les formules dont on fait usage pour la résolution des triangles sphériques, ont bien l'avantage de conduire aux opérations arithmétiques les plus simples; mais elles n'indiquent pas les constructions géométriques qui mènent le plus directement des lignes données aux lignes qu'on ne connoît pas : pour trouver ces constructions, il faut considérer la trigonométrie sphérique sous un autre point de vue, et se proposer de résoudre tous les problêmes qu'elle présente, avec le plus petit nombre de lignes possible, et en ne faisant usage que de la règle et du compas.

On ne peut pas douter que ces problêmes n'aient été ainsi résolus par les inventeurs de l'*art du trait*, mais il ne reste aucun écrit qui le constate; et quoique les Arabes et les Goths eussent fait dans leurs monumens un fréquent usage de cet art, ils ne nous ont pas transmis le nom des hommes qui l'avoient inventé, ni la connoissance des principes de géométrie sur lesquels il est fondé. Sur la fin du 16e siècle, quelques-uns des procédés de cet art ont été indiqués par Philibert de l'Orme, aumônier de Henri II, dans son Traité d'architecture. En 1642, M. Jousse a publié un Traité de coupe des pierres, sous le titre de *Secrets de l'architecture*; ce qui prouve qu'à cette époque la pratique de l'art du trait n'étoit connue que d'un petit nombre d'initiés qui suivoient quelques écoles particulières. En 1649, François Derand, jésuite, et Desargues, architecte de Lyon, ont dévoilé un plus grand nombre de secrets, dans leurs traités de coupe des pierres. En 1728, M. Delarue, architecte, fit un recueil de dessins géométraux, qui surpassoient en exactitude et en beauté, tout ce qui avoit été fait avant lui. Mais ces différens auteurs ont fait voir par le texte qu'ils ont ajouté pour l'explication des dessins, qu'ils n'en avoient compris qu'une très-petite partie. M. Frezier, chevalier de St-Louis, officier du génie, s'est principalement occupé de la géométrie nécessaire pour entendre les constructions graphiques transmises par les anciens. Son ouvrage sur la théorie de la coupe des pierres et des bois, qu'il a publié en 1750, est probablement le premier livre français où l'on ait donné la solution graphique de ce problème : *étant données les trois faces d'une pyramide, trouver les trois angles? Ou, étant donnés les trois côtés d'un triangle sphérique, en déterminer les angles?* Elle avoit été imprimée antérieurement dans le recueil mathématique du P. Deschalles, *Mundus mathematicus, cap. de lapidum sectione, anno* 1672.

Au milieu du grand nombre de propositions dont M. Frezier a rempli son ouvrage, il est difficile de reconnoître la relation qu'elles ont entre elles, et ce défaut de vues générales en rend la lecture longue et difficile; il étoit réservé au célèbre G. Monge, d'embrasser la géométrie aux trois dimensions dans toute sa gé-

néralité, et de faire dépendre d'un petit nombre de principes simples, la solution de toutes les questions qu'on peut proposer sur la coupe des pierres et des bois, la perspective, la détermination des ombres, la gnomonique, etc.; ces principes sont exposés avec la plus grande clarté dans sa Géométrie descriptive; ce livre ayant été fait principalement pour les écoles normales, et les élèves de ces écoles ne s'occupant pas d'architecture, il n'a pas jugé à propos d'y traiter de la pyramide triangulaire; mais comme cette question fait partie du cours dont je suis chargé à l'Ecole Polytechnique, Monge et moi avons pensé qu'il seroit utile d'en publier la solution.

I I.

L'angle solide d'une pyramide est formé par trois plans qui se coupent deux à deux suivant trois droites; on nomme *arêtes* de la pyramide les droites intersections de ces plans, et *faces* les angles des arêtes; on désignera les arêtes par les trois lettres a, b, c, les trois faces par α, β, γ, α étant l'angle des deux droites b et c, β l'angle des deux droites c et a, et enfin γ l'angle des deux droites a et b; cette expression, face ab, indiquera la face qui passe par deux arêtes a et b, face ac, celle qui passe par a et c, face bc, celle qui correspond aux arêtes b et c.

Les plans des faces font entre eux des angles qu'on nomme *angles* de la pyramide; on désignera ces angles par les trois lettres A, B, C; A étant l'angle des plans qui se coupent suivant l'arête a, B l'angle des plans qui se coupent suivant b, et enfin C l'angle des faces ac et cb, qui ont la droite c pour arête commune. Si on place le sommet S (fig. A) de la pyramide au centre d'une sphère d'un rayon quelconque pris pour l'unité, les plans des faces ab, ac, bc coupent cette sphère suivant trois arcs de grands cercles qui comprennent le triangle sphérique abc, dans lequel les arcs α, β, γ, mesures des faces de la pyramide, sont opposés aux angles A, B, C de cette pyramide. Fig. A.

Des six angles à considérer dans la pyramide, savoir, α, β, γ, A, B, C, il s'agit de prouver que trois étant donnés, les trois autres sont déterminés : prenant ces angles trois à trois, on obtient les six combinaisons suivantes :

1°. Trois faces α, β, γ;
2°. Trois angles A, B, C.;
3°. Deux faces et un angle compris entre elles;
4°. Deux angles et une face à laquelle ils sont adjacens;
5°. Deux faces et un angle non compris entre elles;
6°. Deux angles et une face à laquelle un seul de ces angles est adjacent.

En supposant qu'on ait donné les trois angles désignés dans l'une quelconque de ces six combinaisons, il s'agit de trouver les trois autres angles nécessaires pour completter la pyramide, ce qui présente six questions qu'on peut résoudre chacune séparément, mais qu'on peut aussi réduire à trois par la considération de la pyramide supplémentaire : nous allons d'abord indiquer cette réduction, puis nous donnerons une solution directe pour chacun des six cas.

I I I.

De la pyramide supplémentaire.

α, β, γ, étant les trois arêtes de la pyramide proposée, celle qui est formée par les trois plans perpendiculaires à ces arêtes, jouit de cette propriété, que chacun de ses angles a son supplément parmi les angles de la proposée; pour le démontrer, qu'on se représente une des faces de la pyramide proposée; par exemple, la face *ab*; les deux plans qui forment l'angle solide de la nouvelle pyramide coupent cette face suivant deux droites, dont l'inclinaison mesure celle des plans; or dans le quadrilatère formé par ces deux droites et les arêtes *a* et *b*, il y a deux angles droits; donc les deux autres angles de ce même quadrilatère, sont supplémens l'un de l'autre, donc l'angle des arêtes *a* et *b* ou la face *ab* est supplément de l'angle compris entre les deux plans qui comprennent la nouvelle pyramide; on verra de la même manière que les faces *bc* et *ac* sont supplémens des angles compris entre les plans perpendiculaires, l'un aux droites *b* et *c*, et l'autre aux droites *a* et *c*.

Si on nomme a', b', c', les arêtes de la pyramide secondaire, celle dont elle dérive, est formée par trois plans perpendiculaires aux droites a', b', c'; donc l'angle de deux quelconques de ces plans, de ceux, par exemple, qui sont perpendiculaires aux arêtes a' et b', est supplément de l'angle compris entre ces deux arêtes. donc chacun des six angles d'une pyramide, a pour supplément l'un des angles de la pyramide formée par trois plans perpendiculaires à ses arêtes. Cette propriété a fait nommer l'une des deux pyramides, la *supplémentaire* de l'autre.

Il est maintenant facile de faire voir que les six questions relatives à la pyramide triangulaire (paragraphe II), se réduisent à trois; en effet, qu'on ait donné les trois angles A, B, C, et qu'on demande les trois faces α, β, γ; on prendra les supplémens des angles A, B, C pour les faces d'une nouvelle pyramide; on déterminera les angles de celle-ci, et les supplémens de ces derniers angles, seront les trois faces demandées; on rapportera de la même manière les quatrième et sixième combinaisons aux troisième et cinquième; d'où l'on voit que la solution complette de la pyramide triangulaire est réduite aux trois questions suivantes.

PREMIER PROBLÊME.

Les trois faces d'une pyramide étant données, déterminer ses trois angles?

a, *b*, *c* étant les trois arêtes de la pyramide proposée, une quelconque, *c* par exemple, fait avec les deux autres *a* et *b*, des angles donnés; or pour faire avec la droite *a* l'angle donné β, elle doit se trouver sur une surface conique de révolution, qui a pour sommet celui de la pyramide, pour axe la droite *a*, et pour génératrice une autre droite faisant avec l'arête *a*, un angle égal à β; par la même raison, l'arête *c* est sur un cône droit qui a la droite *b* pour axe et α pour l'angle de sa génératrice avec l'axe; donc l'arête *c* est la droite intersection de deux surfaces coniques de révolution, dont les axes se rencontrent en un point qui est leur sommet commun. Pour trouver cette droite, qu'on coupe les deux surfaces coniques par une sphère dont le centre soit le point d'intersection des deux axes de révolution; elle rencontrera chacune de ces surfaces suivant un cercle, et ces cercles auront deux points communs symétriquement placés par rapport aux arêtes *a* et *b*; la droite menée par l'un de ces points et le sommet de la pyramide, sera l'arête *c*. Fig. A.

Les trois faces données étant développées sur un même plan, soient SA ou SF, SB, SE, les arêtes de la pyramide dont il faut déterminer les angles; les droites SB et SE étant fixes sur le plan de la face BSE, on fait tourner la droite SA autour de SB, et la droite SF autour de SE; elles engendrent les deux surfaces coniques de révolution, dont chacune contient la troisième arête *c* de la pyramide; une sphère qui a son centre en S, coupe le premier cône, suivant un cercle du rayon AB, et le second cône suivant un cercle du rayon EF; les plans de ces cercles étant perpendiculaires, l'un à SB, l'autre à SE, ont pour ligne d'intersection une droite perpendiculaire au plan de la face BSE; or cette droite contient les points d'intersection des deux cercles, donc si du point B comme centre, avec le rayon AB, on décrit le cercle AC, le point C commun à ce cercle et à la droite CD perpendiculaire à AD, appartient aux deux surfaces coniques et par conséquent à l'arête *c*; d'où il suit que l'angle compris entre les faces BSE et BSA, est égal à CBD; décrivant du point E comme centre, avec le rayon EF le cercle FC′, et élevant la perpendiculaire DC′ à ED, l'angle C′ED est égal à l'angle des faces BSE et ESF. Fig. 1.

En changeant la position des faces dans leur développement,

on construiroit de même l'angle des faces ASB et ESF ; mais il sera plus simple de concevoir un plan perpendiculaire à l'arête SA ou SF, en un point A ou F ; ce plan coupe la face ASB suivant AG perpendiculaire à SA ; la face ESF suivant FH perpendiculaire à SH ; donc si on construit le triangle GHK avec les trois cotés GH, GA, HF, l'angle GKH sera le troisième angle demandé.

Les droites AB et BDI étant considérées comme les traces d'un plan perpendiculaire à l'arête SB sur les faces ASB et BSI, elles sont les deux côtés d'un triangle, dont le troisième côté est égal à IF ; donc si avec les côtés BI, $BC = BA$, et $IC = IF$, on construit le triangle CBI, l'angle B de ce triangle sera encore égal à l'angle des deux faces BSE et BSA, qu'on a trouvé plus haut par une autre construction.

Les surfaces coniques qui ont pour axes les droites SB et SE, et pour angles de la génératrice avec l'axe, BSA et ESF, ne pourront pas se rencontrer, lorsqu'un des angles tel que α, sera plus grand que la somme des deux autres $\beta + \gamma$; donc la solution du problême proposé ne sera possible que lorsqu'on aura : $\alpha < \beta + \gamma$, $\beta < \alpha + \gamma$: cette dernière condition est équivalente à celle-ci : $\alpha > \beta - \gamma$; d'où il suit qu'un quelconque des trois angles α, β, γ doit être plus petit que la somme des deux autres, et plus grand que leur différence. Les angles qui forment un angle solide d'une pyramide doivent encore satisfaire à cette condition, d'être en somme plus petits que quatre angles droits. (On peut voir sur ce sujet la Géométrie de *Legendre*).

SECOND PROBLÊME.

Connoissant dans une pyramide deux faces et l'angle compris entre elles, déterminer la troisième face?

Fig. A. Soient données les deux faces *ab* et *ac* ou γ et β, et l'angle A compris entre elles; l'arête *c* faisant avec l'arête *a* l'angle β, elle appartient à un cône droit dont *a* est l'axe et dont la génératrice fait avec l'axe un angle égal à β ; elle est de plus sur un plan qui passe par la droite *a* et qui fait avec le plan de la face *ab*, un angle donné ; donc elle est la droite d'intersection du plan et du cône droit; coupant ce cône et le plan par un autre plan perpendiculaire à l'axe *a*, on obtient dans le cône un cercle, et dans le plan une droite qui rencontre le cercle en deux points ; joignant l'un de ces points et le sommet de la pyramide, on aura l'arête *c* qui sera ainsi déterminée de position par rapport au plan de la face *ab*.

Il est à remarquer que si au lieu de l'angle compris entre les deux faces données, on prend son supplément, l'arête *c* sera placée différemment par rapport à l'arête *b* ; le second point d'intersection du centre et de la droite, fixe la seconde position de l'arête *c*. Fig. 2.

Soient BSI, BSA, les deux faces données, développées sur un même plan ; ayant mené un plan ABD perpendiculaire à la droite SB, qui coupe la première face suivant AB et la seconde suivant BD, l'angle CBD de ces deux droites est égal à l'angle donné qui est compris entre les deux faces BSI et BSA ; la droite AS en tournant autour de SB comme axe, engendre un cône droit dont la section par le plan ABD est le cercle A*a*C ; le point C ou C′ commun au centre et à la droite BC, appartient à l'arête *c*, lorsque cette arête est dans le plan SBC ; pour trouver la troisième face α, qu'on fasse tourner l'arête *c* autour de la droite SI comme axe, elle engendrera un cône droit ; le point *c* dans ce mouvement décrira un cercle dont le plan DEF est perpendiculaire à l'axe SI ; la troisième face étant développée sur le même plan que les deux premières, le point C doit se trouver sur la droite DF ou D′F′, et parce que sa distance au point S ne change pas, il doit encore être placé sur le cercle AFF′, décrit du point S comme centre avec le rayon SA ; donc dans le développement ce point est en F ou F′ ; d'où il suit que la troisième face est égale à l'angle ISF ou ISF′.

On auroit pu déterminer les points F ou F′ d'une autre manière, en observant que IF étant égal à IC, IF′ à IC′, on connoît dans le triangle CBI ou C′BI deux côtés et l'angle compris.

Ayant les trois faces α, β, γ, on en déduira par le premier problême les trois angles A, B, C.

TROISIÈME PROBLÊME.

Connoissant dans une pyramide deux faces et l'angle non compris entre elles, déterminer la troisième face?

Fig. A. Soient données les deux faces α et β et l'angle B compris entre les deux faces α et γ : ayant mené par l'arête *b*, commune aux deux faces α et γ, un plan faisant avec celui de la face α, l'angle donné B, l'arête cherchée *a* est contenue dans ce plan ; de plus, elle appartient au cône droit qui a l'arête *c* pour axe, et pour génératrice une droite faisant avec cette arête, un angle égal à β ; donc elle est l'intersection d'un cône droit et d'un plan connu de position.

Soient (fig. 3) BSE et ESF les deux faces données, E*b*H′ l'angle du plan qui contient la face BSE, avec le plan de la face qu'il s'agit de trouver ; lorsque la pyramide est construite, l'arête SF

appartient à un cône droit qui a SE pour axe et SF pour côté; en coupant ce cône par un plan FEG perpendiculaire à SH, et développant les sections Fff′ et GH, faites l'une dans le cône et l'autre dans le plan SbH′, le cercle Fff′ rencontre la droite GH en un point f ou f′, qui appartient à l'arête cherchée; faisant tourner le plan SGH autour de SG, pour développer le plan de la troisième face sur celui des deux autres GBSE, ESF, le point f ou f′ reste à la même distance des points fixes G et S, il se trouve à la fois sur le cercle décrit du point G comme centre avec le rayon Gf ou Gf′, et sur le cercle décrit du point S comme centre avec le rayon SF; or ces cercles se coupent en A ou A′, donc la troisième face demandée est ASG ou A′SG.

IV.

On a fait voir comment on peut réduire à trois les six questions relatives à la pyramide triangulaire; nous allons maintenant résoudre directement celles dont on a fait dépendre la solution de la pyramide supplémentaire.

1°. *Etant donnés les trois angles d'une pyramide, on demande les trois faces?*

Soient A, B, C les angles donnés; ayant mené deux plans, inclinés l'un par rapport à l'autre sous un angle égal à l'un des angles donnés, à A, par exemple, la question consiste à déterminer un troisième plan qui passe par un point quelconque pris dans l'espace, et qui fasse avec les deux premiers des angles égaux à B et C; ce plan coupera la droite intersection des deux plans qui font entre eux l'angle A, en un point, qui est le sommet de la pyramide.

La condition de faire avec un plan un angle donné, équivaut à celle d'être tangent à un cône droit dont l'axe est perpendiculaire au plan, et dont le côté fait avec ce même plan l'angle donné; or le plan demandé doit faire avec un plan donné deux angles connus, donc il doit toucher deux cônes droits et passer par un point pris à volonté dans l'espace pour être le sommet de ces cônes; donc sa position est entièrement déterminée; pour mener un plan tangent à deux cônes droits qui ont même sommet, en n'employant que la ligne droite et le cercle, il faut observer que ce plan touche en même tems toutes les sphères inscrites à ces cônes et tous les cônes circonscrits aux sphères prises deux à deux.

Fig. 4. Soient A, B, C les trois angles donnés, et cbE un angle égal à un des angles donnés, par exemple à A; ayant mené par un point D pris à volonté dans le plan de l'angle cbE, deux droites DE et Dl perpendiculaires, l'une à bE et l'autre à bc;

on regarde ces droites comme les axes de deux cônes droits dont les côtés DG et DC font avec les plans bE et bc de leurs bases, des angles DGE et Dcb, égaux le premier à B et le second à C, et il s'agit de mener par le point D un plan qui touche à la fois ces deux cônes.

Soit H le point de rencontre de l'axe DE avec la droite GH perpendiculaire à DG; une sphère dont le centre est en H, et qui a pour rayon GH, est inscrite au premier cône, et le touche suivant le cercle du rayon EG; pour avoir sur l'axe Dl le centre d'une seconde sphère inscrite au second cône et du même rayon que la première, soit DK perpendiculaire à Dc et égal à GH; ayant mené la droite KC parallèle à Dl axe du second cône, elle rencontre le côté Dc de ce cône en un point C, d'où abaissant la perpendiculaire CM à DC, le pied M de la perpendiculaire sur l'axe Dl, est le centre de la sphère d'un rayon égal à la première, et inscrite au second cône, suivant le cercle du rayon CL, CLB étant parallèle à clb; si après avoir déterminé les deux sphères de rayons égaux, dont l'une est inscrite au premier cône et l'autre au second, on conçoit le cylindre qui touche à la fois ces sphères, le plan mené par le point D tangentiellement au cylindre, sera le plan demandé, car il touchera les deux sphères et par conséquent les deux cônes; or l'axe du cylindre tangent aux sphères, est la droite MH qui joint les centres de ces sphères, donc le cercle de contact, avec la sphère dont le centre est en H, est dans un plan HON perpendiculaire à MH; ce plan HON coupe le plan bEG suivant une droite OF perpendiculaire à EG; décrivant du point E comme centre avec le rayon EG, le cercle GF, qui est rencontré par la droite OF en F, et menant par F la tangente au cercle FS, cette tangente sera sur la base GF du premier cône, la trace du plan tangent demandé.

Ayant mené par le point B la droite BS perpendiculaire à BE, et considérant le point de rencontre de cette droite avec la tangente FS comme le sommet S de la pyramide, l'angle BSF est une des faces de cette pyramide, car le plan CBS fait avec le plan de la face BSF, un angle CBE égal à A, et le plan dont la trace est SF, fait avec les deux premiers plans, des angles égaux à B et C.

Pour trouver la face contenue dans le plan CBS, on fait mouvoir ce plan autour de SB; les points L et C viennent s'appliquer en L′ et C′, et la base CL du second cône dont DL est l'axe, devient sur le développement le cercle C′A; or le plan qui touche les deux cônes, coupe le plan de la base GF suivant la tangente FS à cette base, et le plan de la base CL suivant une tangente à cette dernière base, mais il passe déja par le point S du plan SBCL, donc il coupe ce dernier plan suivant une droite qui dans le développement est SA, tangente au cercle C′A; donc

ASB est la face contenue dans le plan CBS ; ayant les deux faces BSF et BSA, et l'angle CBE compris entre elles, on achevera la solution, comme dans le problême second.

Quoique ce problême ait plusieurs solutions, on distinguera facilement celle qui correspond aux trois angles donnés, pourvu qu'on sache dans quel sens on doit compter ces angles, et qu'ils ne puissent pas être confondus avec leurs supplémens.

2°. *Etant donnés deux angles et la face à laquelle ils sont adjacens*, la troisième arète de la pyramide se trouve évidemment à l'intersection de deux plans connus de position.

Fig. 5. Soient (fig. 5) BSE la face donnée, C*bd* et $d''d'C''$ les deux angles connus, et adjacens l'un à l'arète SB et l'autre à l'arète SE, il s'agit de déterminer les deux autres faces.

Ayant mené la parallèle quelconque CD à SB, et la parallèle $C''d''$ à SE, telle que $d'C'$ fut égale à C*d*, ces deux parallèles se coupent en un point D qui est la projection d'un point de la troisième arète de la pyramide, sur le plan de la face BSE ; faisant mouvoir les deux plans SB*b*C et SE$d'C''$, l'un autour de SB, l'autre autour de SE, le point de l'arète dont D est la projection, viendra s'appliquer sur le plan de la face BSE selon les droites DBA et DEF, la première perpendiculaire à SB et la seconde à SE ; de plus ce point est à une distance du sommet S de la pyramide, égale à l'hypothénuse du triangle rectangle qui a pour côtés adjacens à l'angle droit, SD et *d*C, donc dans le développement ce point est sur le cercle décrit du point S comme centre, avec cette hypothénuse pour rayon, et par conséquent il est à la rencontre de ce cercle et des droites DA et DF ; donc les angles ESF et ASB sont les deux faces cherchées.

On auroit encore pu construire les points A et F, en observant que BA=*b*C et EF=$d'C''$.

3°. *Etant donnés deux angles et la face opposée à l'un de ces angles, on demande les deux autres faces?*

Fig. A. Soient A et B les angles donnés et α la face connue, opposée à l'angle A ; *b* et *c* étant les arètes qui comprennent la face α, on menera par la première *b*, un plan qui fasse avec le plan de cette face un angle égal à l'angle donné B ; puis par la seconde arète *c*, on menera un second plan qui fasse avec le premier un angle égal à A ; l'intersection de ces deux plans sera la troisième arète *a* de la pyramide.

Fig. 6. Soit BSD la face donnée, CBD l'angle du plan de cette face avec le plan SBC qui contient la seconde face, BC'D' l'angle de ce dernier plan avec celui qui contient la troisième face, la question consiste à mener par la droite SD un plan qui fasse avec le plan C'BS un angle égal à BC'D' ; ayant pris le point D pour le sommet d'un cône droit dont DL perpendiculaire à BC' est l'axe, et dont le côté DC fait avec BC un angle BCD égal à BC'D', on développe le plan SBC sur le plan de la base BSD, et la base LC du cône, contenue dans ce plan, vient s'appliquer suivant le cercle C'A dont le centre est en L' ; si du point S, on mène au cercle C'A la tangente SA ou SA', l'angle ASB ou A'SB sera la face adjacente à BSD, car le plan qui passe par SD et SA ou SA', est évidemment tangent au cône dont LD est l'axe ; donc il fait avec le plan C'BS un angle égal à l'angle donné BC'D'.

Ayant deux faces BSD et ASB ou A'SB, et l'angle CBD compris entre elles, on achevera la solution comme dans le problême second.

Des courbes à double courbure, par M. Lancret. (1)

Monge a le premier démontré qu'une courbe quelconque, plane ou à double courbure, avoit une infinité de développées ; que la surface qui en est le lieu, étoit l'enveloppe de l'espace parcouru par un plan mobile constamment perpendiculaire à la courbe proposée ; que dans le développement de cette surface, toutes les développées de la courbe devenoient des lignes droites. M. Lancret a recherché ce que devenoit sur ce même développement la ligne des centres osculateurs de la courbe proposée, et il a indiqué un moyen très-simple pour la construire.

On sait que pour trouver le centre du cercle osculateur en un point déterminé d'une courbe, il faut mener par ce point un plan normal, ensuite déterminer la droite suivant laquelle ce plan touche la surface développable, qui est le lieu des développées, et enfin abaisser du point donné une perpendiculaire sur cette droite ; le pied de cette perpendiculaire est le centre du cercle osculateur ; M. Lancret a observé que le centre du cercle osculateur, correspondant à une des droites de la surface développable, se trouvoit sur la développée de la courbe proposée, qui est perpendiculaire à cette droite ; que d'ailleurs toutes les développées passoient par le point où cette courbe rencontre la surface développable ; d'où il a conclu qu'en élevant de ce dernier point rapporté sur le développement de la surface, des perpendiculaires aux tangentes de l'arète de rebroussement de cette surface, les pieds des perpendiculaires formoient la ligne des centres des cercles osculateurs.

---

(1) Admis à l'Ecole Polytechnique, en qualité d'élève en frimaire an 3, et à l'Ecole des Ponts et Chaussées en nivôse an 6.

Il suit de cette proposition que les courbes sphériques ont pour lieu des centres de leurs cercles osculateurs, des lignes qui deviennent des cercles dans le développement de la surface conique, enveloppe de leurs plans normaux.

ANALYSE.

Démonstration du théorême de Taylor, par M. Poisson.

Soit $f(x)$ une fonction quelconque de x; je substitue $x+h$ à la place de x dans cette fonction, et je me propose de développer $f(x+h)$ suivant les puissances de h.

Le premier terme de ce développement sera visiblement fx, et le développement entier pourra être représenté de cette manière:

$$f(x+h)=fx+h^{a}p+h^{b}q+h^{d}s+h^{e}t+\text{etc.} \qquad (a),$$

a, b, c, d, e, etc. étant une suite croissante d'exposans indéterminés; p, q, r, s, t, etc. étant des fonctions de x, dont la forme dépend de celle de la fonction proposée fx.

Cela posé, je vais d'abord prouver que l'exposant a, est nécessairement égal à l'unité; en effet, mettons dans l'équation (a), $2h$ à la place de h, nous aurons:

$$f(x+2h)=fx+2^{a}h^{a}p+2^{b}h^{b}q+,\ \text{etc.}$$

De même, si nous substituons $x+h$ à la place de x dans la même équation, nous aurons un second développement de $f(x+2h)$, et en se bornant aux deux premiers termes

$$f(x+2h)=fx+2h^{a}p+,\ \text{etc.}$$

ces deux développemens de $f(x+2h)$ devant être identiques, il faudra que le terme multiplié par h^{a} dans l'un, soit égal au terme multiplié par h^{a} dans l'autre, il faudra donc qu'on ait

$$2^{a}h^{a}p=2h^{a}p,\ \text{ou}\ 2^{a}=2,\ \text{ou enfin a}=1.$$

Cette conclusion a lieu, quelle que soit la fonction désignée par fx: si par exemple, cette fonction étoit x^{m}, on auroit:

$$(x+h)^{m}=x^{m}+hp+,\text{etc.}$$

Mais, dans ce cas, p seroit de la forme Mx^{m-1}, M étant un nombre dont la valeur dépend de celle de l'exposant m; car si l'on divise par x^{m} les deux membres de l'équation précédente, et si l'on fait $\frac{h}{x}=z$, on aura: $(1+z)^{m}=1+\frac{p}{x^{m-1}}z+$, etc.

Et comme la fonction $(1+z)^{m}$ ne renferme plus la variable x, son développement ordonné suivant les puissances de z, ne doit renfermer cette variable x dans aucun de ses termes: donc il faut que p soit de la forme Mx^{m-1}. On est donc certain que les deux premiers termes du développement de $(x+h)^{m}$, quel que soit l'exposant m, sont de la forme

$$(x+h)^{m}=x^{m}+Mx^{m-1}h+,\ \text{etc.} \qquad (b),$$

et de plus, on sait, par la formule du binome démontré dans les élémens, que M=m, quand m est un nombre entier positif.

C'est une remarque qui va nous servir dans la suite de notre démonstration.

Maintenant il nous reste à déterminer les autres exposans b, c, d, e, etc., et la loi suivant laquelle les coefficiens p, q, r, s, t, etc. se déduisent les uns des autres.

Pour y parvenir, je suppose que dans l'équation (a), qui doit avoir lieu pour toutes les valeur de x, x se change en $x+k$; je représente par P, Q, R, S, T, etc. ce que deviennent les fonctions p, q, r, s, t, etc., ensorte que l'équation (a) devient:

$$f(x+h+k)=f(x+k)+hP+h^{b}Q+h^{c}R+h^{d}S+h^{e}T+\ \text{etc.}$$

comme la même équation (a) a aussi lieu pour toutes les valeurs de h, je puis supposer que dans cette équation h devienne $h+k$, ce qui donne un second développement de $f(x+h+k)$, savoir:

$$f(x+h+k)=fx+(h+k)p+(h+k)^{b}q+(h+k)^{c}r+(h+k)^{d}s+(h+k)^{e}t+\text{etc.}$$

Ces deux développemens de la même fonction doivent être identiques: si donc on les ordonne tous les deux par rapport aux puissances de k, il faudra, 1°. que la somme des termes indépendans de k dans le premier développement, soit égale à la somme des termes indépendans de k dans le second développement; 2°. Que la somme des termes multipliés par k dans le premier développement, soit égale à la somme des termes multipliés par k dans le second développement, et de même pour les autres puissances de k. La considération des termes multipliés par k, suffit pour déterminer les exposans b, c, d, e, etc. et pour démontrer le théorême de Taylor.

Il est facile d'ordonner ces deux développemens suivant les principes de k, en se bornant aux deux premiers termes. D'abord dans le premier développement on a:

$$f(x+k)=fx+pk+\ \text{etc.}$$

de plus, je puis supposer:
$P=p+p'k+$etc. $Q=p+q'k+$etc. $R=r+r'k+$etc. $S=s+s'k+$etc. $T=t+t'k+$ etc., puisque P, Q, R, S, T, etc. sont des fonctions de $(x+k)$, dont les fonctions primitives sont p, q, r, s, t, etc.

Alors le premier développement de $f(x+h+k)$ prend cette forme ;

$$f(x+h+k)=fx+ph+qh^{b}+rh^{c}+sh^{d}+th^{e}+\text{etc.}$$
$$+k(p+p'h+q'h^{b}+r'h^{c}+s'h^{d}+t'h^{e}+\text{ etc.}$$
$$+\text{ etc.}$$

Pour ordonner de même, suivant les puissances de k, le second développement de $f(x+h+k)$, il ne s'agit que de développer les puissances $(h+k)^{b}$, $(h+k)^{c}$, etc., en se bornant toutefois aux deux premiers termes qui nous sont seuls nécessaires ; or, en vertu de l'équation (b), on a :

$$(h+k)^{b}=h^{b}+Bh^{b-1}k+\text{ etc.} \qquad (h+k)^{c}=h^{c}+Ch^{c-1}k+\text{ etc.}$$
$$(h+k)^{d}=h^{d}+Dh^{d-1}k+\text{ etc.} \qquad (h+k)^{e}=h^{e}+Eh^{e-1}k+\text{ etc.}$$
etc.

B, C, D, E, etc. étant des nombres qui seront déterminés quand les exposans b, c, d, e, etc. seront connus. Le second développement de $f(x+h+k)$ deviendra donc :

$$f(x+h+k)=fx+ph+qh^{b}+rh^{c}+sh^{d}+th^{e}\text{ etc.}$$
$$+k(p+Bh^{b-1}q+Ch^{c-1}r+Dh^{d-1}s+Eh^{e-1}t+\text{etc.}$$
$$+\text{ etc.}$$

Egalant entre elles les séries qui multiplient k, dans ces deux développemens, et supprimant le premier terme p de part et d'autre, on aura :

$$p'h+q'h^{b}+r'h^{c}+s'h^{d}+t'h^{e}+,\text{ etc.}$$
$$=Bqh^{b-1}+Crh^{c-1}+Dsh^{d-1}+Eth^{e-1}+,\text{ etc.}$$

Pour que cette équation ait lieu, pour toutes les valeurs de h, il faut que ses deux membres soient égaux terme à terme : donc il faut qu'on ait :

1°. $b-1=1$, $c-1=b$, $d-1=c$, $e-1=d$, etc.,
ou bien $b=2$, $c=3$, $d=4$, $e=5$, etc.,
et par conséquent, $B=2$, $C=3$, $D=4$, $E=5$, etc.

2°. $p'=Bq$, $q'=Cr$, $r'=Ds$, $s'=Et$, etc. :
donc, en mettant pour B, C, D, E, etc. les nombres 2, 3, 4, 5, etc., et tirant les valeurs de q, r, s, t, on aura :

$$q=\frac{p'}{2},\quad r=\frac{q'}{3},\quad s=\frac{r'}{4},\quad t=\frac{s'}{5},\quad \text{etc.} \qquad (d)$$

La première condition est nécessaire pour que les deux membres de l'équation (c) soient composés de termes semblables, qui puissent se détruire ; et réciproquement la seconde condition exprime que ces termes semblables se détruisent en effet.

Les équations (d) que nous venons de trouver renferment le théorême de Taylor, c'est-à-dire, la loi suivant laquelle les coefficiens p, q, r, s, t, etc. se déduisent les uns des autres. Pour rendre cette loi plus sensible, je vais employer la notation du calcul différentiel.

Je représente donc fx par u ; p sera le coefficient différentiel de u, ou $\frac{du}{dx}$: de même p', q', r', s', t', etc. seront les coefficiens différentiels de p, q, r, s, t, etc., que l'on dénote par $\frac{dp}{dx}$, $\frac{dq}{dx}$, $\frac{dr}{dx}$, $\frac{ds}{dx}$, $\frac{dt}{dx}$, etc. : donc, au moyen de cette notation, et à cause des équations (d), on aura :

$$p=\frac{du}{dx},\quad q=\frac{1}{2}\cdot\frac{dp}{dx}=\frac{1}{2}\cdot\frac{d^2u}{dx^2},\quad r=\frac{1}{3}\cdot\frac{dq}{dx}=\frac{1}{2.3}\cdot\frac{d^3u}{dx^3},$$
$$s=\frac{1}{4}\cdot\frac{dr}{dx}=\frac{1}{2.3.4}\cdot\frac{d^4u}{dx^4},\quad t=\frac{1}{5}\cdot\frac{ds}{dx}=\frac{1}{2.3.4.5}\cdot\frac{d^5u}{dx^5},\text{etc.}$$

Substituant ces valeurs de p, q, r, s, t, etc. dans le développement de $f(x+h)$, conservant u pour représenter fx, et observant que les exposans de h sont la suite des nombres naturels 1, 2, 3, 4, etc., on aura :

$$f(x+h)=u+h\frac{du}{dx}+\frac{h^2}{2}\cdot\frac{d^2u}{dx^2}+\frac{h^3}{2.3}\cdot\frac{d^3u}{dx^3}+\ldots\frac{h^n}{2.3\ldots n}\cdot\frac{d^nu}{dx^n}+\text{ etc.}$$

c'est la formule de Taylor que je m'étois proposé de démontrer sans faire aucune hypothèse sur la nature des exposans de h.

REMARQUE.

J'ai démontré rigoureusement que les exposans de h, dans le développement de $f(x+h)$, doivent être la suite des nombres naturels 1, 2, 3, 4, etc. ; c'est en effet une propriété inhérente aux fonctions de la somme de deux variables, comme $f(x+h)$; mais il n'en est pas de même des fonctions d'une seule variable ; et l'on peut s'assurer par des exemples, que ces fonctions ne peuvent pas toutes se développer suivant les puissances entières et positives de la variable : or, si dans $f(x+h)$, on donne à x une valeur particulière, $f(x+h)$ ne sera plus qu'une fonction de la seule variable h ; il pourra donc arriver que son développement, suivant les puissances de h, n'ait pas la forme générale que nous avons démontrée ; d'où l'on voit *à priori* que la formule de Taylor devra se trouver en défaut pour certaines valeurs particulières de x.

PHYSIQUE.

Voyages aérostatiques.

MM. Berthollet et Laplace avoient manifesté le desir qu'on entreprît un voyage aérien, avec tous les moyens d'observation qu'on pouvoit attendre d'un gouvernement ami des sciences et d'un ministre de l'intérieur aussi éclairé que Chaptal; deux savans, MM. Biot et Gay-Lussac (1), à l'exemple de ceux qui les ont précédés dans la carrière des sciences, n'ont pas craint les dangers de cette entreprise; aidés de M. Conté, il se sont chargés de tous les préparatifs du voyage, et ils partirent du Conservatoire des arts, les 6 et 29 fructidor an 12; la première ascension fut faite en commun par MM. Biot et Gay-Lussac; la seconde par M. Gay-Lussac seul; d'après les rapports qu'ils ont lus à l'Institut, voici le résultat de leurs observations dans les voyages aérostatiques.

Voyage du 6 fructidor an 12.

La longueur de l'espace parcouru fut d'environ 18 lieues en trois heures, le vent étant nord-nord-ouest; la plus grande élévation du ballon indiquée par le baromètre à été évaluée à 4000 mètres.

A cette hauteur le thermomètre centigrade marquoit 10°,5 (8°,4 Réaumur) et au même instant il étoit à l'Observatoire de Paris, à 17°,5 (14° R.).

Le pouls de M. Gay qui bat ordinairement 62 coups par minute, en battoit 80.

Le pouls de M. Biot, qui donne ordinairement 79 pulsations, en donnoit 111.

Au moment du départ, le baromètre étoit à 28 pouces 3 lignes, le thermomètre à 16°,5 (13° 2 R.), l'hygromètre à 80°,8; à 4000 mètres de hauteur au-dessus du point de départ, le thermomètre cent. marquoit 10,5 et l'hygromètre avoit constamment marché au sec jusqu'à 30°.

La tension de l'électricité atmosphérique a été croissante avec la hauteur de l'ascension.

(1) Entré à l'École Polytechnique le 6 nivôse an 6 en qualité d'élève, nommé adjoint aux répétiteurs de chimie le 10 nivôse an 11, et répétiteur de chimie le 1er. vendémiaire an 13.

L'aiguille aimantée horisontale et suspendue par un fil de soie ayant été un peu détournée du méridien magnétique, le nombre de ses oscillations dans un tems donné a été le même depuis la surface de la terre jusqu'à 4000 mètres de hauteur; d'où l'on conclut que dans ces limites, la force magnétique se manifeste par les mêmes effets et suivant les mêmes loix.

Voyage du 29 fructidor an 12.

De nouvelles observations sur l'aiguille aimantée ont confirmé que la force magnétique n'éprouve pas de variation sensible depuis la surface de la terre jusqu'aux plus grandes hauteurs où l'on puisse s'élever.

Le tableau suivant indique la marche du thermomètre et de l'hygromètre, le vent étant S-E.

Hauteur des lieux d'observation au-dessus de Paris.	0mt.	3691,32	5001,85	5674,85	5631,65	6977,37
Thermomètre centigrade.	27°,75	8°,50	5°,25	0°,5	0,0	—9°,5
Hygromètre.	57°,5	37,3	30,1	30,2	35,1	»

M. Gay avoit emporté deux ballons tenant parfaitement le vide; l'air dont il remplit l'un d'eux à la hauteur de 6636 mètres, a été analysé comparativement avec l'air atmosphérique; voici le résultat de cette analyse, faite sous les yeux de MM. Thénard et Gresset (1), dans un des laboratoires de l'École Polytechnique.

Analyse de l'air atmosphérique, pris au milieu de la cour de l'École Polytechnique.	Analyse de l'air pris à 6636 mètres de hauteur.
Air atmosphérique, 3 mesures. Gaz hydrogène, 2	Air . . . . 3 mesures. Gaz hydrogène. . . 2
Résidu après la combustion dans l'eudiomètre. . . . . { 3,04, 1re. exp. 3,05, 2e. exp.	Résidu après la combustion. . . . . . { 3,05, 1re. exp. 3,04, 2e. exp.

Il suit de ces expériences que les proportions d'oxigène et

(1) M. Gresset, neveu du poëte de ce nom, ancien élève de l'Ecole,

d'azote qui constituent l'atmosphère, ne varient pas sensiblement dans des limites très-étendues.

M. Gay rend ainsi compte des sensations qu'il a éprouvées à la hauteur de 3600 toises au-dessus du niveau de la mer. « Quoique bien vêtu, je commençois à sentir le froid, sur-tout aux mains que j'étois obligé de tenir exposées à l'air; ma respiration étoit sensiblement gênée, mais j'étois bien loin d'éprouver un malaise assez désagréable pour m'engager à descendre; mon pouls et ma respiration étoient très-accélérés; ainsi respirant très-fréquemment dans un air très-sec, je ne dois pas être surpris d'avoir eu le gosier si sec, qu'il m'étoit pénible d'avaler du pain. »

Il a effectué sa descente six heures après son départ, et il est arrivé, sans la plus légère secousse et le moindre accident, à S.-Gourgon, à six lieues N-E de Rouen.

ANNONCE d'Ouvrages publiés par les anciens Élèves et autres personnes de l'École Polytechnique.

JOURNAL *de l'Ecole polytechnique*, 1 vol. *in*-4°. de 324 pag., 12e. cahier contenant les leçons données à l'Ecole sur le calcul des fonctions; par J.-L. Lagrange.

Nota. *Ce cahier a été annoncé dans le premier numéro de la Correspondance, comme devant être le neuvième du journal; mais les cahiers 9 et 10 sont consacrés à la continuation de la* MÉCANIQUE PHILOSOPHIQUE *de* PRONY, qui paroîtra incessamment.

Le conseil d'instruction de l'Ecole a arrêté dans sa séance du 23 frimaire, qu'on s'occuperoit de suite de l'impression du 13e. cahier de son Journal; il a invité la même commission qui a suivi avec M. Lagrange l'impression du 12e. cahier, à recueillir les matières qui doivent composer le 13e. MM. les anciens élèves sont invités à envoyer leurs mémoires à l'un des membres de la commission composée de MM. Hachette, Poisson et Lermina.

ÉLÉMENS DE L'ART DE LA TEINTURE, avec une description du blanchiment par l'acide muriatique oxigéné; seconde édition, revue, corrigée et augmentée, avec deux planches; par C. A. et A. B. Berthollet (1), an 13 (1804), 2 vol. *in*-8°.

RECHERCHES PHYSICO-MATHÉMATIQUES, sur la théorie des eaux courantes; par R. Prony, an 12 (1804), 1 vol. *in*-4°.

(1) M. Berthollet fils, (Amédée-Barthelemy) entré à l'École Polytechnique le 22 frimaire an 5, a donné sa démission le 22 fructidor an 6, pour se livrer aux sciences et arts chimiques.

COMPLÉMENT DES ÉLÉMENS D'ALGÈBRE; par S. F. Lacroix; troisième édition; 1 vol. *in*-8°.; an 12 (1804).

Traité élémentaire D'ASTRONOMIE PHYSIQUE; par J.-B. Biot, 2 vol. *in*-8°.

Traité élémentaire D'ART MILITAIRE et de Fortification, à l'usage des élèves de l'Ecole Polytechnique et des élèves des Ecoles militaires; par M. Gay-Vernon, officier du génie, professeur de fortification à l'École Polytechnique; 2 vol. *in*-4°., an 13 (1805).

GUIDE DE L'OFFICIER PARTICULIER EN CAMPAGNE; par M. CESSAC-LACUÉE, conseiller d'état, président de la section de la guerre, gouverneur de l'Ecole Polytechnique; nouvelle édition, revue et augmentée avec l'agrément de l'auteur; par M. Mellinet, adjudant-commandant et sous-inspecteur aux revues; 2 vol. *in*-8°., an 13 (1805).

La première édition de cet ouvrage a paru en 1786; pour le faire connoître, il suffit de rapporter ce que l'auteur en a écrit lui-même dans l'introduction. « Il est divisé en quatre parties; dans « la première, nous avons tâché de renfermer tout ce qui est relatif « au choix des postes et à l'art de les mettre en état de défense; « dans la seconde, nous parlons du moyen de les garder et de les « défendre; dans la troisième, nous traitons de la manière de s'en « rendre maître par adresse ou par force; la quatrième est destinée « au reste des connoissances nécessaires aux officiers particuliers; « elle est relative, par exemple, aux reconnoissances militaires, « aux convois, aux contributions, aux embuscades, etc. »

Après avoir fait sentir l'utilité d'un ouvrage qui pourroit, par les principes généraux qu'il renfermeroit, guider sûrement l'officier particulier dans toutes les circonstances possibles, l'auteur ajoute: « Si jamais nous étions assez heureux pour posséder un « pareil ouvrage; si le Gouvernement obligeoit tous les jeunes gens « qui se destinent au service de l'infanterie ou de la cavalerie, à « répondre devant un examinateur militaire sur tous les objets qui « y seroient renfermés; si les candidats ne pouvoient être admis au « grade d'officier, ni même porter un uniforme qu'après avoir ob- « tenu un certificat d'instruction, ne rendroit-on pas moins incer- « tain le succès des campagnes et des guerres entières? »

Le Gouvernement, en créant l'École Militaire de Fontainebleau, a rempli le vœu du général Lacuée; cette école dirigée par un des généraux les plus distingués, a déja produit d'excellens sujets; elle regardera sans doute *le Guide de l'officier* comme un des livres les plus précieux pour l'instruction des jeunes militaires qui lui sont confiés.

§. II. ÉVÉNEMENS ET ANECDOTES.

CONCOURS D'ADMISSION POUR L'AN XIII.

Le concours pour l'admission à l'Ecole Polytechnique a été ouvert, conformément à la loi, le premier jour complémentaire de l'an 12.

Les examens ont eu lieu dans les villes suivantes :

Paris		M. Dinet, examinateur.
Tournée du Sud-Ouest	Marseille, Montpellier, Toulouse, Bordeaux, Poitiers, Orléans	M. L. Monge, *idem*.
Tournée du Nord-Ouest	Nantes, Rennes, Caen, Rouen, Amiens, Douai, Bruxelles	M. Lévêque, *idem*.
Tournée du Nord-Est	Strasbourg, Mayence, Metz, Nanci, Rheims	M. Francœur, *idem*.
Tournée du Sud-Est	Turin, Grenoble, Lyon, Genève, Besançon, Dijon	M. Biot, *idem*.

Le jury présidé par M. le Gouverneur et composé des deux examinateurs permanens, MM. Bossut et Legendre, et de MM. les examinateurs temporaires ci-dessus nommés, a arrêté, le 10 brumaire an 13, la liste des candidats rangés par ordre de mérite, d'après laquelle ont été admis à l'Ecole les 134 élèves dont on trouvera l'état nominatif, indiquant les prénoms, lieux de naissances et départemens, au paragraphe III de ce numéro.

Conseil de perfectionnement.

Le conseil de perfectionnement de l'Ecole Polytechnique qui, suivant la loi, doit tenir ses séances chaque année en brumaire, a ouvert sa cinquième session le 27 vendémiaire, sous la présidence de M. le Gouverneur; la dernière séance de cette session a eu lieu le 3 pluviôse. Le conseil a dû s'occuper de l'objet important et difficile de faire concorder l'instruction des élèves avec le système de casernement ordonné par le décret impérial du 27 messidor an 13; de manière que le double but de l'enseignement et du maintien des mœurs et du bon ordre parmi les élèves, gagnassent également par le nouvel ordre de choses. Le compte rendu par le conseil au Gouvernement, fera connoître le détail de ses opérations; nous présenterons dans un extrait les principales améliorations apportées cette année à l'enseignement, d'après les décisions du conseil de perfectionnement, dès qu'elles auront reçu la sanction du Gouvernement.

Députation à la cérémonie du Couronnement.

S. E. le ministre de la guerre a ordonné qu'il seroit admis à la cérémonie du couronnement une députation des élèves de l'Ecole Polytechnique, composée d'un officier, de deux sous-officiers et de quatre soldats.

M. Raymond (Joseph-Esprit), élève, ayant fait quatre campagnes de guerre, a été désigné pour remplir les fonctions d'officier commandant la députation.

M. le Gouverneur a désigné pour représenter les sous-officiers et soldats, les élèves portés les premiers en tête de la liste par ordre de mérite, arrêtée par le jury d'examen pour chacun des services publics.

Ces élèves sont :

MM. Arago,	pour l'Artillerie.
Bazaine,	les Ponts et Chaussées.
Betourné,	le Génie maritime.
Bouteiller,	l'Artillerie.
Cousin,	les Mines.
Sea, dit Soye,	le Génie militaire.

La députation a été invitée et admise à toutes les cérémonies relatives au couronnement. Le drapeau du bataillon de l'Ecole, lui a été remis au Champ-de-Mars, comme à tous les autres corps de l'Empire qui étoient représentés à cette cérémonie.

Serment prêté par les Élèves.

Le 11 nivôse an 13, le Gouverneur a passé, pour la première fois, d'une manière régulière, son inspection dans les brigades.

Les élèves ont ensuite été rangés militairement dans les cours où la revue a été passée par le sous-inspecteur.

La revue terminée, les élèves se sont rendus dans l'amphithéâtre où, après un discours analogue aux circonstances, prononcé par M. le Gouverneur, *ils ont été reçus à prêter le serment d'obéissance aux constitutions de l'Empire, et de fidélité à l'Empereur.*

La séance a été terminée par la distribution de médailles en or aux sept députés qui ont assisté à la cérémonie du couronnement.

---

§. III. PERSONNEL.

Etat nominatif des élèves sortis de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire, du premier frimaire an 12, au dernier brumaire an 13.

SAVOIR :

Listes par ordre de mérite arrêtées par le jury, pour être admis dans les services publics.

Artillerie. — MM. Paillhou, Lefebvre J. M. A., Vallier, Aubert, Martin, Cherrier, Lieffroy, Derrion, Fabvier, Brechtel, Charton, Patin-Lafizelière, Soucanye-Landevoisin, Lapaillonne, Gorsse, Barreau, Gauldrée Boilleau, Miquel, Dubocq, Cazaux, Guillaume, Vaudrey, Desclaibes-d'Hust, Cruzy-Marcillac, Hua, Ledilais, Séchehaye, Cailly, Liby, Fontaine, Leforestier-Villeneuve, Tulpain, Girard, Mazerat, Moret, Couasnon, Abeille, Legendre, Barrin, Faure, Romestin, Grojean, Gosse, Prevost, Dumas-Culture, Wiart, Marcot, St.-Jacques, Tacon, Heuzé, Gaultier, Etchegoyen, Puthaux, Gibon, Radoult, Rapatel, Lebeuf, Hortet, Parrizot, Dejort, Bourin, Demetz, Mancel, Delord, Masson, Royer, Limozin-St.-Michel, Chandon, Dumarais, Geffroy. St. Blaise, Dauty............ 72

Génie militaire. — MM. Mathieu, Dieudonné, Atthalin, Piérard, Lenoir, Pretet, Boucher-Morlaincourt, Bagnac, Girardin, Dupau, Petitot, Brenne, Vivier............ 13

85

Ci-contre..... 85

Ponts et Chaussées. — MM. Plessis, Vaissières, Pion, Robillard, Navier, Grétry, Mialhe, Leroux, Bonnetat, Debout, Treuil, Brue, Coster, Brégeon, Dupré....... 15

Génie maritime. — MM. Hamart, Audoy, Daniel..... 3

Génie des mines.................................... 0

Admis dans l'instruction publique.

M. Terquem, professeur de mathématiques transcendantes au Lycée de Mayence.................................... 1

Démissionnaires.

MM. Besançon (9 germinal an 12)....
Peyssard, (18 fructidor an 12)....
Daugnac (12 brumaire an 13).... } 3

Morts.

MM. Hérouard (21 floréal)...........
Chochina (3 prairial)...........
Franchet (12 prairial)...........
Dixmude (13 messidor).........
Grandin (12 fructidor)......... } 5

Retirés de l'Ecole après avoir passé deux ans dans la première division.

MM. Brun........................
Carmignac-Decombe............
Cirodde....................... } 3

115

Anciens Élèves de l'École Polytechnique qui ont obtenu des places dans les Lycées de Paris.

MM. Francœur, professeur de mathématiques transcendantes au Lycée Charlemagne.

Poinsot, professeur de mathématiques au Lycée Bonaparte.

Dinet, *idem*, au Lycée Napoléon.

Bourdon, *id.*, au Lycée Charlemagne.

Dewailly, proviseur, au Lycée Napoléon.

Nomination à des Places dans l'École.

M. Gay-Lussac (Louis-Joseph), élève des Ponts et Chaussées, nommé le premier vendémiaire an 13, à la place de répétiteur de chimie à l'Ecole Polytechnique, vacante par la démission de M. Thenard, annoncée dans le n°. 2, page 39.

M. Drappier (Jean-Jacques), élève des Mines, nommé le premier vendémiaire an 13, à la place de répétiteur de chimie, vacante par la démission de M. Desormes.

M. Reynaud (Antoine-André-Louis), élève des Ponts et Chaussées, nommé le premier frimaire an 13, à la place de répétiteur d'analyse à l'Ecole Polytechnique, vacante par la démission de M. Dinet.

M. Ampère (André-Marie), professeur de mathématiques transcendantes au Lycée de Lyon, a donné sa démission de cette place pour occuper à l'Ecole Polytechnique, à compter du premier frimaire an 13, celle de répétiteur d'analyse, vacante par la démission de M. Francœur.

M. Livet (Jean-Joachim), qui occupoit la place d'adjoint aux répétiteurs d'analyse, a été nommé à la place de troisième répétiteur, établie provisoirement pour l'an 13.

M. Debout (Florent-Casimir-Joseph), a rempli depuis le 22 thermidor an 12, jusqu'au premier frimaire suivant, la place d'adjoint aux répétiteurs d'analyse, vacante par la démission de M. Terquem, annoncée dans le n°. 2, page 39.

MM. Mathieu et Dupau, faisant partie de la dernière promotion à l'Ecole du Génie militaire, remplissent provisoirement à l'Ecole Polytechnique les fonctions d'adjoints aux répétiteurs d'analyse, à la place de MM. Livet et Debout.

MM. Vivier et Atthalin remplissent, pour l'an 13, les fonctions de sous-inspecteurs des Élèves.

LISTE PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

DES ÉLÈVES ADMIS A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

A dater du 1er. frimaire an 13.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS
Amauri	Jean-Jacq.-Pons	Grenoble	Isère.
Amillet	Pierre-Hyppolite	St.-Leger de Melle	Deux Sèvres.
Anselin	Louis-Pierre	Paris	Seine.
Aubert-Vincelles	Agathon-Marie	Quimper	Finistère.
Audoy	Joseph-Victor	Lavaur	Tarn.
Auvray	Guil.-Paul-Cath.	Nantes	Loire infér.
Barreaux	Pierre-Gaspard	Soing, p. Gray	Haute Saône.
Bernard	Paul-Alexis-Jos.	Collobrieres	Var.
Berthois jeune	Auguste-Marie	Calais	Pas-de-Calais.
Besse	Jean-François	Caussade	Lot.
Binet	Jacq.-Phil.-Marie	Rennes	Ille-et-Villaine.
Bitsch	François-Joseph	Pont-à-Mous.	Meurthe.
Boisset	Ant.-Jos.-Claude	Montmedy	Meuse.
Bonnétat	Denis	Labastide de Sérou	Arriège.
Bouscasse	Jacques-Marie-Anne-Daniel	Larochelle	Charente infé.
Brédif	Charles-Marie	Paris	Seine.
Breistroff	Joseph-Arnauld	Landau	Bas Rhin.
Brémontier	George-Bertin	Rouen	Seine infér.
Bridenne	Louis-Jean-Bapt.	Paris	Seine.
Brussel Brulard jr.	Augustin-Joseph	Meaux	Seine et Marne.
Bruys	Gilbert-Casimir	St.-Point près Macon	Saône-et-Loire.
Busnel	Charles-Pierre	Caen	Calvados.
Candie St.-Simon	J.-Théod.-Elisab.	Toulouse	Hte.-Garonne.
Cartront	Thomas-Michel	Paris	Seine.
Caussade	Jean-Louis	Pointe-à-Pitre	Isle de la Guadeloupe.
Caux	Aug.-Louis-Ant.	Brassense, près Senlis	Oise.

Noms.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Cerf dit Hertz Zacarias	Israël	Sarre-Libre	Moselle.
Chabert	Michel-Aug-Fr.	Gerbeviller, près Lunév.	Meurthe.
Chambaud	Louis	Marseille	B.-du-Rhône.
Coffinhal	Anne-Joseph	Paris	Seine.
Commier	Fr.-Louis-Aug.	Nantes	Loire-infér.
Coppin	Louis-Bernard	Provins	Seine-et-Marne
Corne	Pier.-Et.-Chrysost.	Osselle, près Besançon	Doubs.
Daullé	Jean-Marie	Wamin, près Hesdin	Pas-de-Calais.
Decamain	And.-Nic.-Hyac.	S.-Félix, près Nontron	Dordogne.
Delagrange	Pros.-Amaur.-L.	Douay	Nord.
Denis	Jean	Chambon, près Blois	Loir-et-Cher.
Destouches	Pierre-Charles	Paris	Seine.
Destrem, jeune	J.-Ant.-Maurice	Fanjeaux	Aude
Devere	Lambert	Paris	Seine.
Dharanguier	Hypolite	Versailles	Seine-et-Oise.
Dieu	Prosper-Lambert	Arcueil	Seine.
Dollfusz	Daniel	Mulhausen	Haut-Rhin.
Dombre	Louis-Aug.-Jos.	Paris	Seine.
Doulceron	Louis-Auguste	Paris	Seine.
Dreppe	Jos.-Marie-Gas.	Brest	Finistère
Duchemin	Nicolas-Vincent	Bayeux	Calvados.
Duchet	Alexandre	Montluçon	Allier.
Dulçat	L.-Ant.-Joseph-Appolinaire	Ille, près Perpiguan	Pyrén.-orient.
Dumoulin	Jean-Baptiste	Paris	Seine.
Fesquet	Auguste-Casimir	Marseille	B.-du-Rhône.
Feuillot-Varange	Benoît-Pier.-Jos.	Costanber, près Cluny	Saône-et-Loire.
Fleury	Louis-Rollin	Illeville, près Pontaudemer	Eure
Foucault	Louis-David	Ars (île de Ré)	Charente infé.
Fourcroy	Nicolas	Paris	Seine.
Fraissignes	Jacques-Joseph	Schelestatt	Bas-Rhin.
Franc	Joseph-François	Aix	B.-du-Rhône.
Fresnel, jeune	Augustin-Jean	Chambrois (ci-devt. Broglie)	Eure.

Noms.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Galleto	Joseph-Alexandre	Brumatt	Bas-Rhin.
Ganivet	Guillaume	Angoulême	Charente.
Gayet-Laroche	Louis-Charles	Soissons	Aisne.
Ginot	Arm.-Yriex-L.-Jos.-Philibert	Paris	Seine.
Giraud	J.-B.-Saintin	Cap-Francais	Isle Saint-Domingue.
Gouffé	Edme-J.-Claude	Paris	Seine.
Goursaud Laumond dit Boischevet	J.-B.-François	Rochechouart	Haute-Vienne.
Graffan	Jean-Fr.-Denis	Thuyr, près Perpignan	Pyrenées-Ori.
Guibert	Jean-Marie	Rennes	Ille-et-Villaine.
Guichou	Jacques-Louis	Montesquieu-Volvestre	Hte.-Garonne.
Guiol	Joseph-Paul	Versailles	Seine-et-Oise.
Hamelin	Jos.-Guil.-Mathu.	Rennes	Ille-et-Villaine.
Hennocque	Pierre-François	Blicourt près Beauvais	Oise.
Henry	André-Guillaume	Paris	Seine.
Jaunez	Léon	Sierck, près Thionville	Mozelle.
Labastie	Cl.-Marie-Aug.	Gap.	Hautes-Alpes.
Lafont	Antoine-Louis	St.-Michel de Lanes.	Aude.
Lallemant	Alb.-P. L.-Gabr.	Paris.	Seine.
Lamare	Did.-N.-Raimond	Nevers	Nièvre.
Lamorinière	L.-F.-Ch.-Salom.	Dunkerque	Nord.
Lauwereyns	Jos.-Jean-Ch.-F.	Gravelines	Nord.
Le Blanc	Pierre	Bayonne	Bses.-Pyrenées.
Le Cardinal Kernier	Jac.-Ange-M.-P.	Plonjean, près Morlaix	Finistère.
Le Gagneur	Henry-Joseph	Hattonville, près Commercy	Meuse.
Le Mierre	Alexandre-Fr.	Paris	Seine.
Letexier	Jean-Ch.-Firmin	Chaumont	Haute-Marne.
Lorimier	Pelage-Adélaide	Carantan	Manche.
Mahé	Pelage-Fr.-Marie	Lacheze, près Loudéac	Côtes-du-Nord.
Mairet	Philibert	Lachassagne, près Dôle	Jura.

Noms.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Maitrot	Pierre-Joseph	Bief-du-fourg, près Poligny	Jura.
Marie	Amable-Constant Thomas	Couture, près Vendôme.	Loir et Cher.
Martin	Jac.-Bern.-Améd.	Marseille	B.-du-Rhône.
Mathieu	Alex.-Fr.-Denis	Strasbourg	Bas-Rhin.
Maucler	Alexandre	S^{te}.-Menehoul.	Marne.
Melville	Jules-Alphonse	Nantes	Loire-infér.
Méquin	Pierre	Granville	Manche.
Meyer	Pierre	Monsthal, près Bitche	Moselle.
Millet	Basile-Félix	Turin	Pô.
Moisson-Desroches	Pierre-Michel	Caen	Calvados.
Molin	Bravy-Joseph	Riom	Puy-de-Dôme.
Montauban	Félix-Louis	Thionville	Meuse.
Mordret	Edmont	Pont de l'arche	Eure.
Morlet	Mar.-Pierre-Hyp.	Valenciennes	Nord.
Morvan	Fréderic-Pierre	Quimper	Finistère.
Noblet	Jacques	Auxonne	Côtes-d'Or.
Parisot	Charles-Nicolas	Plombières	Vosges.
Poumet	Benjamin	Gien	Loiret.
Preveraud	Louis-Marie-Hyp. Jules-Bonne	Villefranche	Rhône.
Pron	Pierre-Joseph	Vitry-sur Mar.	Marne.
Prudhomme	J.-Jacques-Casim.	Thionville	Mozelle.
Raffard de Marcilly	Bénig.-Pierre-L.-Eugène	Ferrières, près Lagny	Seine-et-Marn.
Raymond	Ant.-L.-Jacq.-Fr.	S.-Laurent du Var, p. Grasse	Var.
Rey	Ed.-Eléon.-Guil.	Grenoble	Isère.
Richard	Jos.-Louis-Ant.	Le Puy	Haute-Loire.
Rivarol	J.-Etienne-Aug.	Paris	Seine.
Robert	René	Saint-Georges-Chatelaison	Maine-et-L^{re}.
Robethon	Aug.-Denis-Jean	Paris	Seine.
Saintemarie	Ant.-Jean-Franç.	S.-Loup, près Agen	Lot-et-Gar^{ne}.
Seigneurie	Jean-Louis	Bourguebus, p. Caen	Calvados.

Noms.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Silguy	J.-M.-Fr.-Xavier	Quimerch, pr. Châteaulin	Finistère.
Spinasse	Jean-Bernard	Egletons, près Tulle	Corrèze.
Stahl	Jean-Geofroy	Strasbourg	Bas-Rhin.
Suhard	Pierre-Cam.-Vict.	Bayeux	Calvados
Tacon	Jean-Louis-Marie	Oyonnax	Ain.
Tardieu	Victor-Amédée	Lizieux	Calvados.
Tardif	Jean-Alexandre	Duguy	Meuse.
Tisserand	Pierre-Antoine	Osselle, près Besançon	Doubs.
Tonnet	Jean-Joseph	S.-Loup, près Parthenay	Deux-Sèvres.
Vaissière	Jean-Jacques-Fr.	Graulhet	Tarn.
Vallantin	Jacq.-Heur.-Benj.	Cette	Hérault.
Varin	Jacques-Bernard	Paris	Seine.
Vecten	François-Michel.	Paris	Seine.
Verhulst	Eugène-François	Bruges	Lys.
Vezian	Louis-Gaspard	Crest	Drôme.
Vicat	Louis-Joseph	Nevers	Nièvre.
Vignolle	L.-Alexand.-Aug.-Barthelemy	Marsillargues	Hérault.

§. IV. ACTES DU GOUVERNEMENT

Concernant l'Ecole Polytechnique et son organisation.

DÉCRET IMPÉRIAL DU 27 MESSIDOR AN 12.

TITRE PREMIER.

Composition et organisation de l'Ecole Polytechnique.

Article 1er. L'Ecole Polytechnique sera, à dater de la publication du présent décret, organisée ainsi qu'il suit :

Un Gouverneur, un directeur des études commandant en second, les examinateurs, instituteurs et agens, dont le nombre et les fonctions ont été déterminés par la loi du 25 frimaire an 8.

Art. 2. Il y aura pour la police des élèves et pour leur ins-

truction militaire, 1 chef de bataillon, 2 capitaines, 2 lieutenans, 1 quartier-maître.

Art. 3. Les élèves seront, pour la police, discipline et institution militaire, formés en un bataillon de cinq compagnies, dont quatre de l'Ecole Polytechnique, et une des élèves des Ponts et Chaussées.

Chaque compagnie sera commandée par un des capitaines ou des lieutenans chargés de la police, et composée de 75 élèves organisés ainsi qu'il suit :

Un sergent-major, 1 fourier, 2 sergens, 4 caporaux, 67 élèves.

Total 75.

Il sera attaché à chaque compagnie un tambour pris hors de l'Ecole.

Art. 4. Un conseil d'administration sera chargé de tout ce qui est relatif aux recettes et dépenses.

Il sera composé,

Du gouverneur-président, de deux instituteurs ou examinateurs nommés par le ministre de l'intérieur, de deux capitaines nommés par le ministre de la guerre. Le quartier-maître fera les fonctions de secrétaire de ce conseil et de ceux dont il sera parlé ci-après.

Art. 5. Le conseil d'instruction et de perfectionnement sont conservés ; ils seront composés ainsi qu'il est prescrit par la loi du 25 frimaire an 8, et conserveront les attributions qui leur sont accordées par la loi précitée, sauf les modifications contenues au présent décret.

Art. 6. Les élèves seront casernés, au plus tard le premier fructidor prochain, et l'on suivra, tant pour la manière de vivre que pour la discipline et la distribution de la caserne, les mêmes formes que pour l'école de Fontainebleau.

TITRE II.

Police et discipline de l'Ecole.

Art. 7. Ils seront soumis à la discipline, police, tenue et instruction militaires comme dans un régiment.

Ils seront armés et équipés comme l'infanterie de ligne ; ils marcheront militairement pour se rendre de la caserne à l'École et de l'École à la caserne.

Art. 8. Les élèves seront plus particulièrement occupés du dessin ; ils ne seront admis à l'Ecole qu'après les premières études

de figure ; ils seront appliqués à dessiner l'architecture, les machines, les fortifications avec profils et les cartes, tant en plan géométral qu'en perspective.

Avant d'être admis aux examens, ils devront avoir présenté :

Quatre dessins d'architecture lavés. — 4 *idem* de machines, lavés. — 6 *idem* de fortifications avec profils. — 6 *idem* de cartes, tant en plan géométral qu'en perspective, conformes aux modèles qui seront arrêtés par le conseil de perfectionnement.

Art. 9. Le gouverneur est seul chargé de tout ce qui concerne la police, discipline, tenue et exercices militaires ; mais il ne peut choisir pour lesdits exercices les momens consacrés, par les réglemens qui seront faits, pour l'enseignement théorique et pratique des sciences et arts.

Le gouverneur accorde toutes les permissions et congés, inflige toutes les punitions ; mais il ne peut renvoyer un élève de l'Ecole sans l'autorisation du ministre de la guerre. Les peines de discipline ne peuvent dispenser les élèves de se trouver aux cours et travaux de l'École.

Art. 10. Le gouverneur préside les conseils et les jurys, et y a voix prépondérante ; il travaille avec le ministre de la guerre pour tout ce qui a trait à l'Ecole.

Il propose au ministre de la guerre les officiers qu'il croit propres à commander les élèves ; il nomme et révoque les sous-officiers ; il nomme et révoque les agens de l'Ecole ; les examinateurs et instituteurs, en se conformant au mode prescrit par la loi du 25 frimaire an 8.

Art. 11. Le gouverneur assiste aux cours, leçons, répétitions lorsqu'il le juge convenable, mais il ne peut, en présence des élèves, s'immiscer dans lesdits cours ou leçons.

Il y a toujours dans l'Ecole, pendant les cours, leçons et répétitions, un capitaine ou un lieutenant, chargé d'y maintenir le bon ordre et la discipline.

Les sergens et les caporaux rendent compte aux officiers de police, après chaque leçon, de la conduite des élèves.

Art. 12. Il n'est rien innové, quant à présent, au mode d'admission, au mode et à l'objet de l'enseignement, non plus qu'au traitement des examinateurs, professeurs et élèves.

Art. 13. Les élèves des Ponts et Chaussées seront aussi formés en une compagnie qui fera la cinquième du bataillon.

Ils seront casernés dans le même édifice que les élèves de l'Ecole Polytechnique, et soumis à un réglement qui sera fait par le mi-

nistre de l'intérieur, sur le rapport du directeur général des Ponts et Chaussées.

Art. 14. Les ministres de la guerre et de l'intérieur sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

NOMINATIONS.

Extrait des minutes de la secrétairerie d'état.

A Boulogne, le 2 thermidor an 12.

NAPOLÉON, EMPEREUR DES FRANÇAIS,

Nomme le conseiller d'état Lacuée, gouverneur de l'Ecole Polytechnique.

Signé, NAPOLÉON.

Suivant les décrets impériaux du 26 vendémiaire an 13, sont nommés; savoir :

M. Gay-Vernon (Simon) aux fonctions de commandant en second, directeur des études de l'Ecole Polytechnique.
M. Marielles (Charles-Philippe) aux fonctions de quartier-maître de l'Ecole Polytechnique.

Extrait de la capitulation militaire conclue entre la France et la Suisse le 14 vendémiaire an 12 de la République française.

ARTICLE 21.

Il pourra être admis sur la présentation du Landammann de la Suisse, vingt jeunes gens de l'Helvétie à l'Ecole Polytechnique de France, après avoir subi les examens prescrits par les réglemens sur cette partie.

Fautes à corriger.

Page 44, lig. 10, au lieu de ces lettres α, β, γ, lisez celles-ci a, b, c.
Page 52, lig. 12, après $+h^b q$, ajoutez $+h^c r$.

De l'impr. de H.L. PERRONNEAU, quai des Augustins, n°. 44.

CORRESPONDANCE SUR L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

N°. 4. *Messidor an XIII.*

§. I. TRAVAUX DE L'ECOLE.

ANALYSE.

De l'intégrale de l'équation différentielle à deux variables $y = xFp + fp$, *F et f étant des fonctions quelconques de* $p = \frac{dy}{dx}$; par M. MONGE.

Une courbe plane quelconque étant rapportée à deux axes rectangulaires par les coordonnées x, y, si, par un de ses points, on lui mène une tangente, cette tangente coupera l'axe des y en un point, qui sera distant de l'origine, de la quantité $y-px$. Cela posé, soit construit le point dont les coordonnées soient $px-y$ dans le sens des y, et p dans le sens des x; la suite des points construits de cette maniere sera sur une courbe qui sera la *reciproque* de la première, c'est-à-dire, que si l'on opere sur la seconde courbe comme on a opéré sur la première, on reproduira la première. En effet soient y' et x' les coordonnées de la seconde, on a par hypothèse :

$$y' = px - y$$
$$x' = p$$

et par conséquent $p' = x$

d'où tirant les valeurs de x, y, p, on trouve :

$$y = p'x' - y'.$$
$$x = p$$
$$p = x'.$$

Il suit de là que l'intégration de toute équation aux différences ordinaires du premier ordre dans laquelle les coordonnées x, y sont linéaires, telle que $y = xFp + fp$, ne dépend que des quadratures; car si l'on passe à la réciproque, on a :

$$p'x' - y' = p'Fx' + fx'$$

dans laquelle y' et p' sont linéaires et dont l'intégrale ne dépend que des quadratures; soit cette intégrale

$$F\{x', y', A\} = 0$$

dans laquelle A est la constante arbitraire. Quittant la réciproque pour passer à la courbe primitive, on aura donc :

$$F(p, px - y, A) = 0$$

et l'intégrale demandée sera le résultat de l'élimination de p entre cette équation et la proposée $y = xFp + fp$ (1).

EXEMPLE:

Soit proposé d'intégrer $y = p^2x + p$. Passant à la réciproque, on a $p'x' - y' = p'x'^2 + x'$ ou $\frac{p'x' - y'}{x'^2} = p' + \frac{1}{x'}$ qui est une différentielle complette, et dont l'intégrale est $\frac{y'}{x'} = y' + l\partial x' + A$ retournant à la courbe à laquelle appartient la proposée, on aura donc $\frac{px - y}{p} = px - y + l.p + A$

de laquelle éliminant p au moyen de la proposée qui donne

$$p = \frac{-1 + \sqrt{1 + 4xy}}{2x}$$

on trouve pour intégrale complette

$$4xy = \left(1 - \sqrt{1+4xy}\right)\left\{A - x - y + log.\left\{\frac{\sqrt{1+4xy} - 1}{2x}\right\}\right\}$$

(1) On ramène l'intégration de cette équation à celle d'une équation différentielle linéaire de la manière suivante : intégrant par parties l'équation $dy = pdx$, on a : $y = px - \int xdp$. faisant $\int xdp = dz$ et $xdp = z$, l'équation précédente devient $z = px - y = px - xFp - fp$; multipliant par dp, on a : $dp(z + fp) = dz(p - Fp)$.

ou multipliant par $1 + \sqrt{1+4xy}$.

$$\sqrt{1+4xy} = x + y - A - log.\left(\frac{\sqrt{1+4xy} - 1}{2x}\right)$$

qui se vérifie par la différenciation.

Du contact des surfaces coniques avec les surfaces du second degré; *par* M. LIVET, répétiteur à l'École polytechnique.

PROGRAMME (1).

M. *Monge*, dans ses leçons à l'Ecole polytechnique, a démontré que la courbe de contact d'une surface conique et d'une surface du deuxième degré est toujours plane; que le plan de cette courbe (dont la position est dépendante de celle du cône) passe toujours par une même droite, lorsque le sommet de la surface conique circonscrite se meut en ligne droite; que ce même plan, dans son mouvement, passe toujours par un même point, lorsque le sommet de ce cône se meut sur une surface plane. Le plan de la courbe de contact que nous nommerons, pour abréger, *plan de contact*, présente encore dans son mouvement d'autres circonstances remarquables.

Le sommet de la surface conique circonscrite peut se mouvoir de plusieurs manières dans l'espace ;

1°. En parcourant une courbe de nature quelconque ;

2°. En parcourant une surface courbe ;

3°. En parcourant plusieurs lignes isolées ou plusieurs surfaces isolées auxquels cas le mouvement est discontinu.

I. Lorsque le sommet d'une surface conique se meut sur une courbe plane, les intersections continuelles des plans de contact forment une surface conique qui sera du deuxième degré, si la ligne directrice est du second degré.

II. Lorsque le plan qui dirige le mouvement du sommet du cône, se meut parallèlement à lui-même, le point par lequel passent tous les plans de contact, se meut sur un diamètre de la surface enveloppée. Ce même point se trouvera dans toutes ses situations sur une même surface plane horisontale, lorsque la surface directrice se mouvra autour d'un point fixe pris sur l'axe vertical des z.

La surface plane directrice peut enfin tourner autour d'une ligne fixe; dans chacune de ses positions, il existe un point commun à tous les plans de contact; le lieu de tous ces points sera une ligne droite, et cette ligne sera celle suivant laquelle tous les plans de contact se couperoient, si le sommet du cône se mouvoit sur l'intersection commune de toutes les surfaces directrices.

(1) Les différentes propositions énoncées dans ce programme seront démontrées dans un mémoire qui s'imprime actuellement, et qui fait partie du n°. 13 du Journal de l'Ecole.

III. Si le sommet de la surface conique se meut sur une surface du second degré supposée concentrique à la surface enveloppée, le plan de contact dans son mouvement est toujours tangent à une surface du second degré dont le centre est l'origine des coordonnées ; en supposant que la surface directrice et la surface enveloppée soient des ellipsoïdes, la troisième surface sera aussi un ellipsoïde dont chaque axe sera une troisième proportionnelle à ceux des deux premières surfaces, qui se trouvent dans la même direction.

Aux rédacteurs de la Correspondance sur l'Ecole polytechnique.

J'ai reçu, Messieurs, les trois premiers numéros de la *Correspondance sur l'Ecole polytechnique*, que vous avez bien voulu m'adresser. Cet ouvrage, qui doit intéresser sur-tout les personnes attachées à l'Ecole, me paroît propre à entretenir l'émulation des jeunes gens, en donnant de la publicité aux succès qu'ils auront obtenus en différens genres. Si cet ouvrage se continue, je crois, messieurs, qu'un des meilleurs moyens de le rendre utile seroit d'y insérer de tems en tems quelques petites questions sur lesquelles les élèves, tant anciens que nouveaux, pourroient s'exercer, et dont on publieroit ensuite les solutions. Je joins ici l'exemple d'une pareille question ; et, si l'essai réussit, je pourrois par la suite en fournir plusieurs autres.

J'ai l'honneur de vous saluer. *Signé*, L. G., membre de l'Institut.

A cette lettre est jointe la note suivante.

Proposition à démontrer.

La projection stéréographique jouit, comme on sait, de ces deux propriétés remarquables.

1°. Que toutes les sections planes de la sphère sont représentées par des cercles ;

2°. Que deux sections quelconques se coupent toujours sous le même angle que leurs projections, ce qui fait que toute figure peu étendue en tous sens sur la surface de la sphère, est représentée par une figure semblable dans la projection.

Ces deux propriétés ne peuvent sans doute se réunir dans aucun autre solide ; *mais la première a lieu également dans l'ellipsoïde de révolution, pourvu qu'on prenne le pôle pour lieu de l'œil.* Alors toutes les sections planes de l'ellipsoïde vues de ce point et projettées sur le plan de l'équateur doivent paroître des cercles.

Fin de la note.

Les rédacteurs de la Correspondance ont accueilli avec reconnoissance l'idée utile de M. L. G., et se sont empressés d'en faire usage, comme on le verra par ce qui suit.

Les deux propositions suivantes font voir que l'équation de la surface qui jouit de la première propriété de la sphère énoncée dans la note, est du second degré.

Première proposition.

Etant donnée une surface conique à base quelconque et un plan qui coupe cette surface, si du sommet du cône et de tous les points de la base, on abaisse des perpendiculaires sur le plan donné, et si, par les pieds de ces perpendiculaires, on mène des droites parallèles entre elles et proportionnelles aux perpendiculaires auxquelles elles correspondent, les extrémités de ces parallèles détermineront le sommet et la base d'une nouvelle surface conique qui sera telle que le plan donné la coupera suivant la même courbe que la première surface ; en effet les ordonnées d'une droite quelconque de la première surface conique, par rapport au plan donné, se transformant en d'autres ordonnées proportionnelles à celles-ci et parallèles entre elles, cette droite devient une arête de la seconde surface conique ; or, cette arête coupe le plan donné au même point que sa correspondante, car il n'y a que l'ordonnée nulle pour l'un des points de la première droite qui puisse rester nulle pour le point correspondant de la seconde droite ; donc les arêtes de l'une et l'autre surface conique viennent couper le plan donné aux mêmes points ; d'où il suit que les sections de ces surfaces par le plan donné se confondent en une seule et même courbe.

Seconde proposition.

Une sphère étant rapportée à un plan passant par son centre, si de tous les points de la sphère on abaisse des perpendiculaires sur le plan, et si, par les pieds de ces perpendiculaires, on mène des droites parallèles entre elles et proportionnelles aux perpendiculaires auxquelles elles correspondent, les extrémités de ces parallèles appartiendront à une surface du second degré.

Soit l'équation de la sphère :

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = r^2.$$

x', y', z' étant les coordonnées d'un point quelconque de la sphère ; si, par le pied de z' sur le plan des $x'y'$, on mène une droite de direction connue dont l'extrémité ait pour coordonnées x, y, z, les équations de cette droite seront

$$x - x' = Az \qquad y - y' = Bz$$

et sa longueur sera, par hypothèse, proportionnelle à z' ; on aura donc :

$$\sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2 + (z^2)} = z\sqrt{1+A^2+B^2} = mz';$$

d'où l'on tire $z' = z\,\dfrac{\sqrt{1+A^2+B^2}}{m}$, $x' = x - Az$, $y' = y - Bz$.

Mettant les valeurs de x', y', z' dans l'équation de la sphère, elle devient :

$$x^2+y^2+z^2\left(\frac{1+(A^2+B^2)(1+m^2)}{m^2}\right)-2Axz-2Byz=r^2$$

équation qui appartient à une surface du second degré, rapportée au plan diamétral qui la coupe suivant un cercle. Les constantes A, B, m, r sont des fonctions des trois axes principaux et de l'angle qui détermine la position de l'axe des x dans le plan diamétral auquel la surface est rapportée.

H. C.

THEORÊME.

Si l'on fait une section quelconque dans un ellipsoïde de révolution, et qu'on prenne cette section pour base d'une surface conique dont le sommet seroit une des extrémités du grand axe de l'ellipsoïde, cette surface conique sera coupée suivant un cercle par tout plan mené perpendiculairement au grand axe.

Démonstration, par M. Fresnel jeune, *élève de la première division.*

Soit $BCAD$ la section faite dans l'ellipsoïde par un plan conduit suivant l'axe perpendiculairement au plan coupant; soit CD l'intersection de ce plan méridien et du plan coupant ; si je joins AC et AD, j'aurai les arêtes extrêmes de la surface conique qui a pour sommet le point A et pour base la section faite par le plan CD dans l'ellipsoïde. Si je mène un plan quelconque perpendiculairement à l'axe AB, ce plan coupera la surface conique suivant un cercle. En effet soit MN l'intersection de ce plan perpendiculaire et du plan méridien ; soit R un point quelconque de MN, je vais démontrer que l'ordonnée menée par le point R dans l'intersection du cône et du plan MN, est l'ordonnée d'un cercle décrit sur MN comme diamètre ; pour cela, par le point A et le point R je mène une droite qui rencontre DC en I ; par le point I je mène une perpendiculaire à AB qui rencontre AC et AD aux points H et F : il s'agit de démontrer que si, suivant FH, on mène un plan perpendiculaire à l'axe AB, l'ordonnée menée par le point I dans l'intersection de ce plan et de la surface conique est l'ordonnée d'un cercle décrit sur FH comme diamètre. Mais l'ordonnée au point I de l'intersection de la surface conique et du plan FH est la

même que l'ordonnée menée par le point I dans l'intersection du plan CD et de l'ellipsoïde : or celle-ci est l'ordonnée d'un cercle décrit sur GK comme diamètre (G et K étant les points de rencontre de l'ellipse $ACBD$ et de la droite FH), et son carré est par conséquent égal à $GI\times IK$: mais le carré de l'ordonnée menée par le point I dans le cercle décrit sur FH comme diamètre est égal à $FI\times IH$; il faut donc démontrer qu'on a $FI\times IH = GI\times IK$. Pour cela, sur AB comme diamètre je décris une circonférence ; par les points C et D je mène les lignes CP et DQ perpendiculaires à AB : je prolonge les ordonnées EG, EK, CP, DQ jusqu'à ce qu'elles rencontrent la circonférence aux points G', K', C', D'. Je joins $D'C'$ qui rencontre AB au même point O que CD ; car si on représente par a et b le grand axe et le petit axe de l'ellipsoïde on aura, $CP : C'P :: b : a$ et $DQ : D'Q :: b : a$, et par conséquent $CP : C'P :: DQ : D'Q$. Par le point A et les points D' et C' je mène des droites qui rencontrent $G'K'$ aux points F' et H' ; soit I' le point où $C'D'$ rencontre $F'K'$; il est aisé de voir qu'on aura $F'I'\times I'H' = G'I'\times I'K'$; en effet les deux triangles $F'I'D'$ et $I'C'H'$ sont semblables ; car les angles $F'I'D'$ et $C'I'H'$ sont égaux; de plus on a $AF'E = 100^\circ - F'AE = 100^\circ - \frac{1}{2}D'B$; mais on a $D'C'A = \frac{1}{2}D'A$: or $\frac{1}{2}D'A + \frac{1}{2}D'B$ est égal à 100° ; donc l'angle $D'F'I'$ est égal à l'angle $I'C'H'$; donc les deux triangles $I'D'F'$ et $I'H'C'$ sont semblables ; donc on a :
$F'I'\times I'H' = D'I'\times I'C' = G'I'\times I'K'$. Maintenant on a les proportions, $PC : PC' :: b : a$, et $DQ : D'Q :: b : a$; donc on a $IE : I'E :: b : a$, $FE : F'E :: b : a$ et $EH : EH' :: b : a$; donc on a les proportions $FI : F'I' :: b : a$ et $HI : H'I' :: b : a$; d'où l'on tire

$$F'I' = \frac{FI.a}{b} \quad \text{et} \quad H'I' = \frac{HI.a}{b}.$$

On a les proportions $GE : G'E :: b : a$ et $KE : K'E :: b : a$; mais on a $IE : I'E :: b : a$; donc on a $GI : G'I' :: b : a$; et $IH : I'H' :: b : a$, d'où l'on tire

$$G'I' = \frac{a}{b}GI \quad \text{et} \quad H'I' = \frac{a}{b}HI.$$

Nous venons de démontrer qu'on avoit $F'I'\times I'H' = G'I'\times I'K'$; donc on a

$$\frac{a}{b}FI.\frac{a}{b}IH = \frac{a}{b}GI.\frac{a}{b}IK \text{ ou } FI\times IH = GI\times IK;$$

mais $GI\times IK$ est égal au carré de l'ordonnée menée par le point I dans l'intersection du cône et du plan FH ; donc le carré de cette ordonnée est égal à $FI\times IH$, c'est-à-dire, au carré de l'ordonnée menée par le même point I dans le cercle décrit sur FH

comme diamètre ; donc l'ordonnée au point R de la section faite dans la surface conique par le plan MN est celle d'un cercle décrit sur MN comme diamètre ; donc cette section est un cercle.

PROBLÈME.

Trouver l'équation d'une surface telle, que les droites qui projettent vers un point fixe les courbes planes tracées sur cette surface, forment des cônes qui puissent être coupés par un système de plans parallèles suivant des cercles ?

SOLUTION;

Par M. Daviel, *élève de la première division.*

Soit $F(x,y,z)=0$ l'équation de la surface cherchée ; je vais commencer par démontrer que cette équation doit être du second degré ; pour cela, j'observe que l'un des cônes devant être coupé par un certain plan suivant un cercle, l'équation de sa surface ne peut être que du second degré ; en effet, nous pouvons regarder ce cercle comme la base du cône, et engendrer la surface conique dans cette hypothèse ; or, on sait qu'une telle surface est du second degré ; c'est pourquoi j'en conclus que toute section faite par un plan dans ce cône ne pourra être d'un degré plus élevé ; mais, d'après l'état de la question, il faut que la courbe résultante de la section faite par un plan quelconque dans la surface $F(x,y,z)=0$, se trouve toute entière sur la surface conique ; d'où il suit que la surface $F(x,y,z)=0$ doit jouir de cette propriété d'être toujours coupée par un plan suivant une courbe du second degré, propriété qui ne peut appartenir qu'à la surface du second degré ; car, si son équation pouvoit être d'un degré n, en combinant l'équation du plan avec cette dernière, il en résulteroit en général une équation du n^{eme} degré ; ce qui est contre l'hypothèse.

D'après cela, la forme la plus générale que puisse avoir l'équation de la surface, est celle-ci :

$$ax^2+by^2+cz^2+dxy+eyz+fxz+gx+hy+kz+1=0 \ldots\ldots (1).$$

Si nous supposons que l'équation du plan coupant soit

$$\alpha x+\beta y+\gamma z+1=0 \ldots\ldots\ldots (2),$$

et que le sommet du cône soit sur l'axe du z à une distance p de l'origine, les équations de la génératrice de cette surface seront

$$y=mx \ldots\ldots (3) \text{ et } z=nx+p \ldots\ldots (4).$$

Si maintenant nous éliminons x, y et z entre ces quatre équations,

nous aurons la condition nécessaire pour que la droite rencontre la courbe intersection du plan et de la surface.

La combinaison des trois équations (2), (3) et (4) nous donne

$$x=\frac{1-\gamma p}{\alpha+\beta m+\gamma n}, \quad y=\frac{m(1-\gamma p)}{\alpha+\beta m+\gamma n}, \quad z=\frac{n(1-\gamma p)}{\alpha+\beta m+\gamma n}+p.$$

Il faudroit maintenant mettre pour x, y et z ces valeurs dans l'équation (1), pour avoir la relation qui doit exister entre m et n, et ensuite il faudroit, pour avoir la surface conique, éliminer m et n au moyen des équations (3) et (4) ; mais comme ce n'est pas l'équation de cette surface dont nous avons besoin, mais l'équation de sa section avec le plan des xy, il faudra y faire $z=0$; or, il est évident que l'on arrivera au même résultat, si après avoir fait $z=0$ dans les valeurs de m et de n, on les substitue dans les valeurs précédentes de x, y et z, que nous nommerons X, Y et Z, pour les mettre ensuite dans l'équation (1).

Si donc on fait $m=\frac{y}{x}$ et $n=\frac{p}{x}$ dans les valeurs précédentes de x, y et z, il viendra

$$X=\frac{\delta x}{\alpha x+\beta y-\gamma p}, \quad Y=\frac{\delta y}{\alpha x+\beta y-\gamma p}, \quad Z=\frac{-p(1-\alpha x-\beta y)}{\alpha x+\beta y-\gamma p}$$

en faisant, pour abréger, $1-\gamma p=\delta$.

D'où, par la substitution dans l'équation (1), on tire :

$$a\delta^2x^2+b\delta^2y^2+c(1-\alpha x-\beta y)^2p^2+d\delta^2xy-e\delta(1-\alpha x-\beta y)py$$
$$-f\delta(1-\alpha x-\beta y)px+g\delta(\alpha x+\beta y-\gamma p)x+h\delta(\alpha x+\beta y-\gamma p)y$$
$$-k(1-\alpha x-\beta y)(\alpha x+\beta y-\gamma p)p+(\alpha x+\beta y-\gamma p)^2=0.$$

Une condition du problème est que cette section soit un cercle, ce qui exige que le coefficient de x^2 soit égal au coefficient de y^2, et que celui de xy soit nul ; ce qui donne :

$$a\delta^2+c\alpha^2p^2+fp\alpha\delta+g\alpha\delta+kp\alpha^2+\alpha^2=b\delta^2+cp^2\beta^2+ep\beta\delta+h\beta\delta$$
$$+kp\beta^2+\beta^2$$
$$2cp^2\alpha\beta+d\delta^2+ep\alpha\delta+fp\beta\delta+g\beta\delta+h\alpha\delta+2kp\alpha\beta+2\alpha\beta=0.$$

Maintenant j'observerai que la section faite par le plan des xy devant être un cercle, quelle que soit la position du plan de l'équation $\alpha x+\beta y+\gamma z+1=0$, et par conséquent quels que soient α, β, γ, il faut que l'on ait ces deux relations indépendamment de α, β, γ; et comme γ n'y entre que sous la forme $1-\gamma p=\delta$, il en résulte que ces relations doivent devenir nulles indépendamment de α, β, δ ; ce qui donne :

$$a-b=0 \qquad cp^2+kp+1=0 \qquad cp+h=0$$
$$d=0 \qquad\qquad\qquad\qquad fp+g=0$$

d'où on tire :

$$a=b,\quad d=0,\quad k=-\frac{1+cp^2}{p},\quad h=-ep,\quad g=-fp.$$

L'équation de la surface cherchée est donc :

$$ax^2+ay^2+cz^2+eyz+fxz-fpx-epy-\frac{1+cp^2}{p}z+1=0.$$

Les relations qui existent entre les constantes de cette équation, déterminent la position du plan coupant et celle du sommet du cône sur une surface du second degré, pour que cette dernière jouisse de la propriété énoncée ; en effet, les équations $a=b$ et $d=0$ expriment que le plan coupant doit être parallèle à celui qui coupe la surface du second degré suivant un cercle ; l'équation $cp^2+kp+1=0$ exprime que le sommet est sur la surface ; en effet, si on fait $x=0, y=0$ et $z=p$ dans l'équation (1), on trouve pour condition l'équation ci-dessus : enfin, les équations $ep+h=0$ et $fp+g=0$ achèvent de déterminer la position de ce sommet, en disant qu'il se trouve de plus sur le diamètre qui est le lieu de tous les centres des cercles suivant lesquels tout plan parallèle à celui dont l'équation est $z=$ *constante*, coupe la surface ; en effet, si on cherche les équations de ce diamètre, on trouve :

$$2afy+fh=2aex+eg \quad \text{et} \quad -fz=2ax+g$$

et en y faisant $x=0$, $y=0$, $z=p$, on en tire :

$$fh=eg \quad \text{et} \quad -fp=g;\ \text{d'où}\ g=-fp\ \text{et}\ h=-ep.$$

Mais on sait que toute surface du second degré peut être coupée suivant des cercles par deux systêmes de plans parallèles (1), et comme rien ne détermine à quel systême de plans doit être parallèle le plan coupant les cônes ; il en résulte que le point vers lequel on projette peut se trouver sur deux diamètres ; et à cause qu'il doit de plus être sur la surface, il ne peut avoir que quatre positions différentes.

Je conclus donc de tout ce qui précède ; 1°. que la propriété énoncée n'a lieu que pour les surfaces du second degré ; 2°. que le point vers lequel on projette, doit être à l'extrémité d'un des diamètres passant par le centre de tous les cercles suivant lesquels ces surfaces peuvent être coupées ; 3°. enfin, que les plans qui coupent les cônes, doivent être parallèles à ceux qui coupent ces surfaces suivant des cercles.

(1) Voyez la Théorie des surfaces du premier et second degré, par MM. Monge et Hachette.

Par suite des vues qui ont été développées dans l'article précédent, on propose les deux problêmes suivans, dont on publiera les solutions dans le prochain numéro. *H. C.*

PROBLÊMES DE GÉOMÉTRIE.

I.

Sur le plus petit crépuscule.

Connoissant la latitude d'un lieu, le parallèle à l'horison correspondant au coucher réel du soleil, on demande la déclinaison de cet astre, le jour du plus petit crépuscule ?

II.

Des jours de l'année où le tems vrai est égal au tems moyen.

On suppose que l'inclinaison de l'écliptique par rapport à l'équateur de la sphère céleste, soit la seule cause d'inégalité du tems vrai et du tems moyen, on demande les jours de l'année pour lesquels ces tems sont égaux ?

MÉCANIQUE.

Démonstration du parallélogramme des forces, par M. Duchayla, *ancien élève de l'Ecole polytechnique.*

Lorsqu'on a trouvé la direction de la résultante de deux forces appliquées à un même point, sous un angle quelconque, il est facile d'achever la démonstration du parallélogramme des forces pour ce qui regarde l'intensité de la force résultante. L'auteur se borne donc à faire voir que la résultante de deux forces représentées en grandeurs et en directions par les deux côtés contigus d'un parallélogramme est dirigée suivant la diagonale de ce parallélogramme.

Je suppose d'abord, dit M. Duchayla, que dans le cas d'un parallélogramme dont les côtés contigus soient n et m, et dans le cas d'un autre parallélogramme dont les côtés soient n et p, la résultante soit effectivement dirigée suivant la diagonale : je dis qu'elle sera pareillement dirigée suivant la diagonale dans le cas d'un parallélogramme dont les côtés seroient n et $m+p$. Considérons un parallélogramme $ABCD$ dont les côtés AB, AC représentent les forces. Soit $AC=n$, $AG=m$, $GB=p$. Supposons, au lieu de la force $AB=m+p$ agissant au point A, les deux forces m et p appliquées respectivement aux points A et G dans la direction de AB ; cela posé, les deux forces n et m appliquées au point A se composeront par hypothèse en une seule suivant AF : au point F de sa direction, je décompose cette résultante en ses

deux composantes n et m, l'une dans la droite GF et dont l'ori-
gine pourra être transportée en G, l'autre dans la droite FD, et
passant par conséquent au point D; il est visible maintenant que
ces deux forces n et p appliquées au point G; se composant par
hypothèse en une seule suivant la droite GD, la résultante des deux
forces AB, AC passe nécessairement par le point D, or elle passe
aussi par le point A; ainsi elle est dirigée suivant la diago-
nale AD.

Lorsque les deux forces sont égales, la résultante est évidem-
ment dirigée suivant la diagonale du rhombe. La proposition sup-
posée a donc lieu dans le cas où les deux côtés du parallélogramme
sont dans le rapport 1 : 1; elle aura donc également lieu, lorsque
les côtés seront dans les rapports 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, etc, 1 : g; elle
aura donc lieu enfin, lorsque les côtés seront dans les rapports
de g : 2, g : 3, g : 4 etc. g : h; c'est-à-dire, que la proposition
sera vraie généralement pour le cas de deux forces commensu-
rables. On démontrera ensuite, par le raisonnement ordinaire de
la réduction à l'absurde, que la proposition comprend aussi le cas
de deux forces incommensurables.

PHYSIQUE.

On a décrit, n°. 2 de cette Correspondance (fructidor an 12) le
moyen par lequel on enflamme les corps combustibles dans un air
fortement comprimé. MM. Biot et Hassenfratz ont enflammé par
ce moyen le gaz hydrogène; ils ont rempli la pompe du fusil à
vent, qui est la principale pièce de l'appareil propre à comprimer
l'air, d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène dans les proportions
qui conviennent à la composition de l'eau; ayant comprimé ce mé-
lange, les deux gaz se sont combinés, et il en est résulté une forte
explosion; cette combinaison est-elle due au dégagement du calo-
rique exprimé de l'air, ou à *l'action chimique des deux gaz aug-
mentée par le rapprochement de leurs molécules?* M. Biot, dans une
note qu'il a lue à l'Institut, attribue l'inflammation au seul déga-
gement du calorique.

A l'article qu'on vient de citer, on regardoit comme possible
que la lumière qu'on a observée dans les baromètres, et qu'on
attribue généralement au fluide électrique, provînt de la réduction
spontanée du vide barométrique; M. Biot, dans sa note lue à l'Ins-
titut, propose aux physiciens d'examiner, si l'étincelle électrique
qu'on produit dans un gaz quelconque, n'est pas un simple effet
mécanique, dû à la compression subite et instantanée de ce gaz.

Expériences.

Faites à l'Ecole polytechnique sur les moyens eudiométriques et sur la proportion des principes constituans de l'atmosphère; par M. Humboldt *et M.* Gay-Lussac, *répétiteur de chimie à l'Ecole polytechnique.*

On lit dans le rapport fait à l'Institut sur ces expériences, par
MM. Chaptal et Berthollet : « Humboldt a associé à ses recherches
« et à ses projets un jeune chimiste, Gay-Lussac, dont les pre-
« miers essais nous ont appris combien il étoit digne de son amitié
« et de sa confiance. »

(Annales de chimie, ventôse an 13.)

Thermoscope.

M. de Rumford a fait don à l'Ecole polytechnique de l'instrument
qu'il a imaginé pour mesurer les plus petits changemens de tempé-
rature, et qu'il a nommé *thermoscope*. L'auteur en a décrit la cons-
truction, ainsi que la manière de s'en servir, dans un ouvrage
imprimé, cette année, chez *Didot*.

La fig. (A) composée des trois figures (1), (2), (3) indique la
forme et les dimensions du thermoscope donné par M. de Rumford;
l'échelle d'après laquelle on a construit ces figures, est de $0,^{m}15$
pour mètre.

Explication de la fig. A.

Plan de l'instrument, fig. 1. Elévation, fig. 2. Profil, fig. 3.

Les mêmes parties sont marquées des mêmes lettres dans les
trois figures.

Un tube en verre $ACDB$ fig. 2, terminé par deux boules A
et B est porté par un assemblage en bois marqué ab (fig. 1)
$LMNOab$ (fig. 2).

Deux supports FG et $F'G'$, (fig. 2) glissent sur la règle LM
et peuvent s'y fixer, par le moyen des vis K et K', à une distance
l'un de l'autre qui dépend de la longueur du tube FF'; on place
sur les mêmes supports parallèlement au tube FF' une règle di-
visée en parties égales.

Le tube FF' est terminé par un petit réservoir de forme conique,
marqué C aux trois figures.

Pour préparer cet instrument, on fait sortir du réservoir C une
bulle de liqueur; cette opération délicate achevée, on attend que
toutes les parties de l'instrument aient pris une température uniforme;
alors la bulle s'arrête vers le milieu D (fig. 2) du tube; au moindre
changement de température, la bulle s'avance vers l'une ou l'autre

boule d'une quantité qui est mesurée sur la règle divisée ; pour faire coïncider le milieu de la règle avec le milieu de la bulle mobile, on donne à cette règle un petit mouvement de translation, au moyen d'un levier à angle droit, dont la branche horisontale *RS* (fig. 1) tourne autour d'un petit axe *T*; le montant *NO* est percé d'une ouverture *no* pour le passage de cette branche de lévier.

Les deux boules *A* et *B* sont séparées par une planchette couverte d'une feuille d'étain, et marquée *PQ* (fig. 1), *VX* (fig. 2 et 3); cette planchette est supportée par une tringle *VP* (fig. 3) qui glisse dans l'épaisseur du montant *Pp* fixé sur la base *ab* ; au moyen de la vis en bois *P*, on arrête la planchette dans une position telle que son centre et celui des boules *A* et *B* soient sur une même droite.

Pour observer avec cet instrument, on l'environne d'un écran qui permet de voir, et qui empêche l'influence de la chaleur rayonnante de l'observateur.

H. C.

LITTÉRATURE.

Dans l'exposé succinct des opérations du Conseil de perfectionnement, que l'on trouvera ci-après (page 90), on voit que les cours de grammaire et belles-lettres ont été ouverts par M. Andrieux, à la même époque que les autres cours de l'École.

Cours pour la première division.

L'instituteur a commencé par la grammaire : il a lu et développé celle de *Condillac*, puis le livre des tropes de *Dumarsais* ; aux leçons de grammaire ont succédé les leçons de belles-lettres : elles ont pour objet l'*art de parler* et l'*art d'écrire*.

L'instituteur montre l'application des préceptes dans des exemples pris des bons auteurs ; il lit ou fait lire par les élèves des morceaux extraits de nos poëtes les plus célèbres et de nos meilleurs écrivains.

Il exerce les élèves à la composition, en leur donnant des sujets à traiter par écrit.

Sujets de composition.

I.

Le départ d'un élève de l'École polytechnique pour Paris ; ses adieux à sa famille, à ses amis et à ses maîtres. *Narration.*

II.

Bernard Renau, officier de marine, âgé de 27 ans seulement, appelé au conseil de marine, sous Louis XIV, y défend, contre

l'opinion du célèbre Duquesne et des autres marins, son invention des galiotes à bombes qu'il avoit proposées pour bombarder Alger. *Discours.*

(Voyez *le Siècle de Louis XIV*, *tom.* 1, *chap.* 14, *et les éloges des savans*, *par Fontenelle. Éloge de Renau, tom.* 6 *des œuvres de Fontenelle*).

III.

Sully relève le courage de Henri IV consterné dans le moment où il vient d'apprendre la surprise d'Amiens par les Espagnols, en 1559. *Discours.*

IV.

Hiéron, roi de Syracuse, écrit au géomètre Archiméde, son parent et son ami, pour l'engager à ne pas faire de la géométrie une science purement intellectuelle et spéculative; mais à l'appliquer à des inventions utiles, par exemple à construire des machines de guerre pour se défendre contre les Romains qui menacent Syracuse.

Archiméde y consent et promet au Roi des machines dont l'effet sera sûr et prodigieux. *Lettre d'Hiéron* et *réponse d'Archiméde.*

(Voyez *Plutarque*, *Tite-Live*, *Polybe*, etc.).

Cours pour la seconde section.

L'instituteur a donné d'abord des leçons de grammaire, en prenant pour texte celle de *Port-Royal*, et les remarques de *Duclos*.

Il y a fait succéder des leçons de belles-lettres.

Sujets de composition.

I.

Quelle a été et quelle peut être encore l'influence de l'École polytechnique sur la perfection des travaux civils et militaires pour le service de l'État, et pour l'instruction publique en général ? *Mémoire.*

II.

Vauban, lors du siège de Cambray, en 1677, dissuada le roi Louis XIV du dessein où il étoit de forcer la citadelle à se rendre à discrétion, et l'engagea à offrir une capitulation aux assiégés avant de donner l'assaut. *Discours.*

(Voyez *Histoire du corps impérial du génie*, *par M. Allent*, *1*ʳᵉ. *part. liv.* 9).

III.

Comparer les deux fables de *La Fontaine* et de *J. B. Rousseau*, intitulées *la Mort et le Bucheron*; dire à laquelle des deux on donne la préférence, et par quel motif. *Analyse et dissertation littéraire.*

IV.

Viviani, élève de Galilée, défend son maître devant l'inquisition, à Florence, en 1633. Galilée étoit accusé d'hérésie pour avoir enseigné et soutenu le mouvement de la terre autour du soleil. *Discours.*

(Voyez *Laplace*, *Exposition du système du monde*, liv. 5. *Histoire de l'astronomie moderne*).

Ouvrages publiés par d'anciens élèves et autres personnes de l'Ecole polytechnique.

Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes, par M. *Legendre*, examinateur de l'École polytechnique pour l'admission dans les services publics.

Traité élémentaire d'astronomie physique destiné à l'enseignement dans les lycées nationaux, par *J. B. Biot.*

Précis des leçons d'architecture données à l'Ecole polytechnique; par *J. V. L. Durand*, architecte et professeur d'architecture, 2 vol. in-4°., avec 64 planches.

Application de l'algèbre à la géométrie. Des surfaces du premier et second degré, à l'usage de l'École polytechnique; par MM. *Monge* et *Hachette*.

Essai de géométrie analytique, appliquée aux courbes et aux surfaces du second ordre; 2e. édition. 1 vol. *in*-8°. par M. Biot.

Traité des moyens de désinfecter l'air, de prévenir la contagion et d'en arrêter les progrès; par M. Guyton-de-Morveau, professeur de chimie à l'École polytechnique. 3e. édit., 1 vol. *in*-8°.

---

§. II

ÉVÈNEMENS PARTICULIERS ET ANECDOTES.

Conseil de perfectionnement.

La cinquième session du conseil de perfectionnement de l'École polytechnique, créé par la loi du 25 frimaire an 8, a eu lieu, cette année, du 27 vendémiaire au 3 pluviôse, sous la présidence de M. *Lacuée*, gouverneur.

Le rapport sur la situation de l'Ecole fait au Gouvernement par ce conseil, présente dans un ordre méthodique le tableau de toutes ses opérations. On a tâché de réunir dans un court extrait ce qui peut, dans ce rapport, intéresser plus particulièrement les élèves.

1°. *Sur le nombre des élèves.*

L'École se trouvoit composée, au 1er. frimaire an 13, de 299 élèves; nombre auquel elle ne s'étoit pas élevée depuis plusieurs années.

2°. *Sur les conditions et le programme d'admission.*

Le programme des connoissances exigées des candidats pour l'admission à l'Ecole polytechnique dans le concours (1) qui sera ouvert le 20 fructidor an 13, a été arrêté ainsi qu'il suit :

---

(1) L'avis au public concernant le même concours, indique les villes d'examen et les jours de leur ouverture, comme il suit, savoir :

Examen de Paris le 20 fructidor an 13.

Tournée sud-ouest.	*Tournée nord-est.*
Marseille, 20 fructidor.	Besançon, 20 fructidor.
Montpellier, 25 *idem.*	Nancy, 27 *idem.*
Toulouse, 1er. complémentaire.	Strasbourg, 3 complémentaire.
Bordeaux, 10 vendémiaire.	Mayence, 6 vendémiaire.
Poitiers, 16 *idem.*	Metz, 11 *idem.*
Orléans, 20 *idem.*	Rheims, 20 *idem.*

Tournée nord-ouest.	*Tournée sud-est.*
Nantes, 30 fructidor.	Genève, 20 fructidor.
Rennes, 24 *idem.*	Turin, 1er. complémentaire.
Caen, 30 *idem.*	Grenoble, 7 vendémiaire.
Rouen, 5 vendémiaire.	Lyon, 15 *idem.*
Amiens, 10 *idem.*	Dijon, 22 *idem.*
Douay, 15 *idem.*	
Bruxelles, 20 *idem.*	

Cet avis n'apporte d'autres changemens aux conditions d'admission, que ceux qu'on trouve dans la suite de cet article du conseil de perfectionnement.

« 1°. L'arithmétique et l'exposition du nouveau système mé-
« trique.

« 2°. L'algèbre, comprenant la résolution des équations des
« deux premiers degrés, celle des équations indéterminées du pre-
« mier degré ; la composition générale des équations ; la démons-
« tration de la formule du binome de Newton, dans le cas seulement
« des exposans entiers positifs ; la méthode des diviseurs commen-
« surables ; la résolution des équations numériques par approxi-
« mation ; l'élimination des inconnues dans deux équations d'un
« degré quelconque à deux inconnues.

« 3°. La théorie des proportions et des progressions ; celle
« des logarithmes et l'usage des tables.

« 4°. La géométrie élémentaire ; la trigonométrie rectiligne, et
« l'usage des tables des sinus.

« 5°. Les propriétés principales des sections coniques.

« 6°. La statique appliquée principalement à l'équilibre des ma-
« chines simples.

« 7°. Les candidats seront tenus d'écrire, sous la dictée de l'exa-
« minateur, plusieurs phrases françaises, et d'en faire l'analyse
« grammaticale, afin de constater qu'ils savent écrire lisiblement,
« et qu'ils possèdent les principes de leur langue.

« 8°. Ils seront enfin tenus de copier une tête, d'après l'un des
« dessins qui leur seront présentés par l'examinateur.

« Tous ces articles sont également obligatoires. »

Il a été proposé des mesures pour s'assurer que les candidats sont d'une constitution et ont une vue suffisantes pour le service auquel ils se destinent.

Les candidats seront tenus de produire un certificat authentique constatant qu'ils ont eu la petite vérole, ou qu'ils ont été vaccinés.

3°. *Sur le système général de l'enseignement.*

Etablissement des cours de grammaire et de belles-lettres ; ces cours ont été ouverts, dès le commencement de l'année scolaire, par M. Andrieux, membre de l'Institut, désigné par le conseil.

4°. *Sur les programmes des différentes branches de l'enseignement.*

Tous ces programmes, au nombre de douze, sont imprimés en entier à la suite du rapport.

5°. *Sur les écoles d'application des services publics.*

Les programmes d'enseignement de ces écoles ont subi peu de

changemens. Ceux des ponts et chaussées et du génie maritime sont imprimés en entier à la suite du rapport.

Le conseil a proposé de faire voyager, aux frais de l'Etat, de jeunes ingénieurs des mines, dans les pays étrangers les plus renommés par leurs richesses minérales et par leur habileté dans l'exploitation de ce genre d'industrie.

Il a aussi sollicité de nouveau l'établissement, dans l'école du génie maritime, d'une place chaque année, pour un élève qui se consacreroit aux constructions des bâtimens de commerce.

Le conseil a exprimé son vœu pour le rétablissement d'une école spéciale du génie géographe.

6°. *Sur divers objets*

Le passage de l'un des services publics dans un autre pour lequel on n'a pas concouru, a été reconnu par le conseil *abusif et contraire à la loi.*

La condition de deux campagnes de guerre ou de trois années de service militaire, exigée des sous-officiers et soldats de toutes armes admis au concours d'admission jusqu'à l'âge de 26 ans, est applicable à ceux de l'artillerie et du génie à qui les arrêtés des 12 germinal et 18 fructidor n'ont accordé d'autre privilége à cet égard, que celui d'être admis au concours jusqu'à l'âge de 30 ans.

Mesures pour s'assurer que tous les élèves soient instruits dans l'art de la natation, avant d'être admis dans les écoles spéciales des services publics.

DRAPEAU DE L'ÉCOLE.

Le drapeau du bataillon de l'École polytechnique loi a été délivré d'après les ordres de S. E. le ministre directeur de la guerre.

Sa hampe est surmontée de l'aigle impérial. Le drapeau forme un carré total composé d'un lozange blanc occupant le milieu, et de quatre triangles alternativement bleus et rouges, occupant les angles.

Le lozange, bordé de branches de laurier peintes en or, porte sur une de ses faces :

L'Empereur des Français
aux Elèves
de l'Ecole polytechnique.

sur l'autre face :

Pour la patrie,
les sciences
et la gloire.

---

§ III.

PERSONNEL.

Nomination aux places dans l'École.

M. Barruel (Etienne-Marie), ci-devant adjoint à l'instituteur de physique, et qui a rempli pendant plusieurs années les fonctions d'examinateur pour l'admission dans les services publics, a été présenté par le conseil de perfectionnement et nommé par le ministre de l'intérieur à la place de bibliothécaire de l'École, vacante par la démission de M. Peyrard.

M. Teysseyrre (Jean-Antoine-Paul-Emile), élève de l'école des ponts et chaussées, ci-devant élève de l'Ecole polytechnique, a été nommé par M. le Gouverneur à la place d'adjoint aux répétiteurs d'analyse, vacante par la nomination de M. Mathieu à la place d'élève de l'école du génie militaire.

Nomination des élèves ou ex-élèves à des places hors l'École.

M. Arago, (Dominique-François-Jean), élève, a été présenté par le bureau des longitudes pour la place de secrétaire, et nommé à cette place par le ministre de l'intérieur.

Dans le n°. 1er. de cette Correspondance on a donné la liste des élèves admis à l'École d'après le concours de l'an 12 (p. 12 et suiv.).

Dans le n°. 3 se trouve également la liste des élèves admis au concours de l'an 13 (pag. 65 et suiv.).

On a pensé qu'il seroit intéressant pour tous les élèves de trouver ce travail completté pour les promotions précédentes, depuis l'établissement de l'Ecole (en l'an 3); on y a joint les notes qui ont pu être recueillies sur quelques-uns des anciens élèves; enfin on a cherché, au moyen de quelques tableaux qui ne sont que le dépouillement de l'état général, à fournir des rapprochemens et même des indications précises qui ne seront pas indifférentes aux personnes qui prennent intérêt à la statistique des sciences.

ÉTAT GÉNÉRAL

DES ÉLÈVES

QUI ONT ÉTÉ ADMIS A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Pendant les 11 premières années de son établissement (en l'an 3), jusques et compris le 1er. frimaire an 13.

Nota. Les élèves sont classés dans l'ordre des listes de promotion, et par ordre alphabétique dans chaque promotion.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
		Elèves choisis pour former le noyau de l'instruction.		
Berge (1)	François	Collioure	Pyrénées-Or.	Artillerie. Exped. d'Egyp.
Biot (2)	Jean-Baptiste	Paris	Seine	Instruct. publ.
Bouvet	Pierre-Nic.-Mart.	Chartres	Eure et Loir	Ponts et chaus.
Brochant (3)	André-Jean-Marie	Paris	Seine	Mines.
Bruslé	Jean-Nicolas.	Dammartin	Seine et Marne	Mort.
Choron (4)	Alexand.- Etienne	Caen	Calvados	Instr. et. publ.
Guignet	. . . .	. . . .	. . . .	Adminis. publ.
Hesse	Louis-Honoré	Beauvais	Oise	Ponts et chaus.
Lahure	Louis-Auguste	Paris	Seine	Juri-prud.
Pattu	Jacques-Pierre	Bonnières	Seine et Oise	Ponts et chaus.
Rey	Louis	Paris	Seine	Mort.
Anselin	Nicolas.-J.-Bapt.	Beauvais.	Oise	Ponts et chaus.
Callier	Jacques.	Thiers	Puy-de-Dôme.	Ponts et chaus.
Cavenne	Franc.-Alexand.	Origny	Aisne	Ponts et chaus.
Debaudre	Jean-Baptiste	Brezolles	Eure et Loir	Ponts et chaus.

(1) M. BERGE; chef de bataillon d'artillerie; aide de camp du premier inspecteur général d'artillerie. Voyez la Correspondance, n°. 1, pag. 8.

(2) M. BIOT; membre de l'Institut; professeur au collège de France; auteur de plusieurs ouvrages et mémoires. Voyez la Correspondance, n°. 1, pag. 8; n° 2, pag. 30, 8; n°. 3, pag. 56, 59.

(3) M. BROCHANT; auteur de l'excellent traité de minéralogie, suivant Werner, 2 vol. Voyez la Correspondance, n°. 2, pag. 30.

(4) M. CHORON; auteur de la methode pour apprendre en même tems à lire et à écrire.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Donop	Charles-Louis	Hesse Cassel	. . . . . .	Ponts et chaus.
Dupuis	Pierre-Louis	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Eudel	Honoré-Henri	St.-Ségal	Finistère.	Ponts et chaus.
Fayolles	Franç.-Jos.-Mar.	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Francœur (1)	Louis-Benjamin	Paris	Seine	Instruct. publ.
Hauterre	J.-Jacq.-Mathieu	Gaillon	Eure	Ponts et chaus.
Lancret (2)	Michel-Ange	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Malus (3)	Etienne-Louis	Paris	Seine	Génie militaire.
Patural	Pierre-Louis	Grandrif	Puy-de-Dôme	Ponts et chaus.
Saint-Genis	Alexandre	Libourne	Gironde	Ponts et chaus: Exp. d'Egyp.

Promotion du 4 frimaire an 3.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Alphand	Jean	Briançon	Hautes-Alpes	Retiré.
Andrieux	Guillaume-Marie	Gaillac	Tarn	Retiré.
Augé	Pierre-Joseph	Clermont	Meuse	Artillerie.
Baron	Louis	Rheims	Marne	Retiré.
Beaulieu	Jean	Strasbourg	Bas-Rhin	Génie militaire.
Berbignier-Tessier	Henri-Jacques	Anduze	Gard	Retiré.
Bérigny	Charles	Rouen	Seine-Infér.	Ponts et chaus.
Bernard	Simon	Dôle	Jura	Génie militaire.
Berthois	François-Jacques	Vitré	Ille-et-Villaine	Retiré.
Berthof	Nicolas	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.
Beysselance	Antoine	Bergerac	Dordogne	Retiré.
Blanchot	Simon-François	Strasbourg	Bas-Rhin	Retiré.
Bodson	Henr.-Louis-Vict.	Charleville	Ardennes	Génie militaire.
Boisneuf	Henri-Pierre	. . . . . .	. . . . . .	Ponts et chaus.
Boitard	Louis	Nantes	Loire-Infér.	Retiré.
Bon	Etienne-André	Grenoble	Isère	Ingén. géogra.
Boucher	Math.-François	Nantes	Loire-Infér.	Génie mil. Expéd. d'Egypt.
Bouchet	Jacques	Angers	Maine-et-Loire	Retiré.
Boudhors	François	Strasbourg	Bas-Rhin	Génie milit.
Boussaroque-Lafond	Joseph-Antoine	Paris	Seine	Artillerie.
Bredif	Augustin	Tours	Indre-et-Loire	Ponts et chaus.
Bridon	René-Arm.-Aug.	Nantes	Loire-Infér.	Retiré.
Bringuier (4)	Jean-Balthazard	Cette	Hérault	Génie milit.
Buisson	Jacques	Bayeux	Calvados	Retiré.
Bussillot	Charles-Auguste	Amiens	Somme	Retiré.
Cadou	Jacq.-Jos.-Marie	St.-Gilles	Vendée	Retiré.
Cahusac	Arm.-J.-Fr.-Mar.	Gimont	Gers	Retiré.
Cappelle	Antoine-Laurent	Toulouse	Haute-Garon.	Artillerie.
C[illegible]liez	Louis Joseph.	Turcoing	Nord	Retiré.

(1) M. Francœur; professeur au lycée Charlemagne; auteur de la Mécanique adoptée pour les lycées; examinateur pour l'admission à l'Ecole polytechnique.
(2) M. Lancret; membre de l'Institut du Caire; secrétaire de la commission chargée par le Gouvernement de la rédaction du grand ouvrage sur l'Egypte. Voyez la Correspondance, n. 3, pag. 51, 52.
(3) M. Malus; chef de bataillon; membre de l'Institut du Caire. Voyez la Correspondance, n. 1. p. 8.
(4) M. Bringuier; lieutenant du génie militaire, mort de la peste à Jaffa.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Charbonnières	Jean	Buzet	Haute-Garonne	Ponts et chaus.
Chardon	Honoré	Lorient	Morbihan	Retiré.
Chardon, dit Boussay	André-J.-B.-Magl.	Chemillay	Vendée	Retiré.
Chartier	Jacq.-Pier.-Louis	Montoire	Loir-et-Cher	Retiré.
Cherrier	Charles-Théodore	Paris	Seine	Retiré.
Clamageran	Jean-Germain	Bordeaux	Gironde	Retiré.
Clavier	Pierre-Marie	Nantes	Loire-Infér.	Retiré.
Contaud	Louis-Augustin	Val-de-Mercy	Yonne	Retiré.
Corabœuf	Jean-Baptiste	Nantes	Loire-Infér.	Ingén. géograp. Exp. d'Egypt.
Cospin	Mar.-Oliv.-Alph.	Abbeville	Somme	Retiré.
Couasnon	Charles-Jean	Laval	Mayenne	Mort.
Cousin	Pierre	Dieppe	Seine-Infér.	Retiré.
Cressac	Jacq.-Fran.-Felini	Paris	Seine	Retiré.
Dalbourg	Jean-Joseph	Bayonne	Basses-Pyrén.	Retiré.
Dan de la Vauterie	Louis-J.-Jacq.	Caen	Calvados	Artillerie.
Delacroix	René	Paris	Seine	Retiré.
Delas	Joseph-François	Agen	Lot-et-Garon.	Ingén. géograp.
Delaville	François-Pierre	Cadix	Espagne	Retiré.
Delort	Auguste	Bordeaux	Gironde	Retiré.
Deselos-Lepeley	Alexand.-Salom.	Nantes	Loire-Infér.	Génie milit.
Desormes (1)	Charles-Bernard	Dijon	Côte-d'Or	Instruct. publ.
Dessaux	Henr.-Louis-Pier.	Guines	Pas-de-Calais	Retiré.
Destour	Nicolas	Metz	Moselle	Génie milit.
Deville	Pierre	Lyon	Rhône	Retiré.
Dinet (2)	Charles-Louis	Paris	Seine	Instruct. publ.
Douyan	Marc-Hil.-Célest.	Toulouse	Haute-Garonn.	Retiré.
Duboisravel	Louis	Toulouse	Haute-Garonn.	Ing. géographe
Dumouchel	Etienne-Germain	Montf.-Lamau.	Seine-et-Oise	Retiré.
Dupin	Jean-Bapt.-Marie-Mart.-Jos.-Hen.	Grenade	Haute-Garonne	Retiré.
Duplessis	Henr.-Fr.-Urb.	Auxerre	Yonne	Retiré.
Dupuy	Jean-Baptiste	Mayet	Sarthe	Retiré.
Durand	Charles	Lanieu	Ain	Retiré.
Durand	J.-Baptiste-Nicol.	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.
Durant	Joseph-Simon	St.-Hippolyte	Gard	Retiré.
Dyauville	Jacques-François	Versailles	Seine-et-Oise	Retiré.
Eickmeyer	Charles	Mayence	Mont-Tonner.	Retiré.
Elie	Remi	Bordeaux	Gironde	Retiré.
Enouf	Bon-Louis-Alex.	Carentan	Manche	Mort.
Esnard	Alexandre	St.-Domingue	. . . . . .	Retiré.
Forceville	Louis	Courtenay	Loiret	Artillerie.
Fourmond	Frédéric	Angers	Maine-et-Loire	Retiré.
Gallois	Louis-Georges	St.-Léonard	Bas-Rhin	Mines.

(1) M. Désormes; ci-devant répétiteur de chimie à l'Ecole polytechnique; auteur de plusieurs mémoires, instrumens, expériences, etc. Voyez la Correspondance n. 1, pag. 7, 9; n. 2, pag. 35.
(2) M. Dinet; professeur au lycée Napoléon; examinateur pour l'admission à l'Ecole polytechnique.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Gard	Pierre	Rheims	Marne	Retiré.
Gauvain	Charles-Henri	Le Mans	Sarthe	Retiré.
Gelis	Jean-Baptiste	L'île du Tarn	Tarn	Retiré.
Gilbert	Valentin-Nicolas	Ste.-Meneh.	Marne	Retiré.
Godard	Pierre-Alexandre	Arnay	Côte-d'Or	Mort.
Gorsse	Raimond	Alby	Tarn	Ponts et chaus.
Grebert	Jean-Louis	Amiens	Somme	Ponts et chaus.
Guesnet	Amaud-Aimé	Brest	Finistère	Génie militaire.
Haudry	Alexis	Cherbourg	Manche	Ponts et chaus.
Jean	Jacques-Charlem.	Bayeux	Calvados	Retiré.
Jobard	J.-Bapt.-Eugène	Salmaize	. . . . . .	Retiré.
Jochaux Duplessis	Toussaint-Aimé	Nantes	Loire-Infér.	Retiré.
Jousselin	Louis-Didier	Blois	Loir-et-Cher	Ponts et chaus.
Lacour	Nic.-Ant.Marcel	Longueville	Calvados	Retiré.
Lagrange	François-Alexand.	St.-Benoît-Dussault	Indre	Retiré.
Laisnel-Marambert	Hyacinthe	Lachâtre	Indre	Retiré.
Lamandé	Mandé	Les Sables d'Olonne	Vendée	Ponts et chaus.
Langlois	Noël-François	Caen	Calvados	Génie maritim.
Laporte	Augustin	Beffort	Haut-Rhin	Retiré.
Larivalière	Jean-Baptiste	Larochelle	Charente-Inf.	Retiré.
Larivière	J.-Franç.-Aimé	Maubert-Font.	Ardennes	Retiré.
Lateyssonnière	Agric.-Ch.-Nestor	Bourg	Ain	Ing. géograph.
Laupies	Anne-Victoire	Toulouse	Haute-Garonne	Retiré.
Lavillette	Thomas-Joseph	Molesme	Yonne	Artillerie.
Lecarruyer	Augustin-Edme	Auxerre	Yonne	Génie militair.
Lecomte	Jules-César	Caen	Calvados	Retiré.
Ledéan	Aimé-Jean-Louis-Nicolas-René	Quimper	Finistère	Génie marit.
Lelaidier	Henri-Mich.-Fr.	Isigny	Calvados	Retiré.
Lemaître	Adrien	St-Domingue	. . . . . .	Retiré.
Lemoyne	Augustin-Pierre	Châlons	Marne	Retiré.
Lepayen	Nicolas-Gilbert	Metz	Moselle	Ponts et chaus.
Leroy	Jacques-François	Tourville	. . . . . .	Retiré.
Letellier	Jean-Joseph	Harfleur	Seine-Infér.	Ponts et chaus.
Leziart	Georges-Marie	Fougères	Ille-et-Villaine	Retiré.
Liégeard (1)	Edme-Joseph	Auxerre	Yonne	Instruct.publ.
Loisel	Gilb.-Louis-Th.	Beuv.-les-Mon.	Manche	Artillerie.
Loysel	Jean-Bapt.-Mich.-René	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Lunel	Jean-François	Villers-Bocage	Calvados	Artillerie.
Magnan	Pierre-Marie	Rheims	Marne	Génie milit.
Maquès	Jean-Polycarpe	Martel	Lot	Ponts et chaus.
M[illegible]lard	Ch.-Jean-Firmin	Paris	Seine	Retiré.
M[illegible]lard-Trézy	Honor.-J.-Louis	Paris	Seine	Retiré.
M[illegible]iret	Edme	Arn.-sur-Arr.	Côte-d'Or	Génie milit.

(1) M. Liégeard ; professeur au lycée de Douai ; auteur de mémoires sur le plâtre-ciment.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Menard	Louis-Alexandre	Le Mans	Sarthe	Mort.
Meseur	Fr.-Mar.-Martial	Toulouse	Haute-Garonn.	Génie militaire.
Miel	Edme-Fr.-Ant.-Marie	Chat.-sur-Seine	Côte-d'Or	Retiré.
Migniot	Jean-Jacques	Cette	Hérault	Mines. Artiller.
Morillot	L.-Char.-And.-J.	Doulens	Somme	Retiré.
Moron (1)	Charles	Cap Français	Ile St.-Dom.	Genie maritim.
Péraire	Joseph	Bordeaux	Gironde	Retiré.
Perier	Augustin-Charles	Grenoble	Isère	Ing. géograph.
Pfeiffer	Jean-Jacques	Strasbourg	Bas-Rhin	Géniemilitaire.
Porquet	Louis-Philippe	Marseille	Bouch-du-Rh.	Retiré.
Regnault (2)	Jos.-Ang.-Sébast.	Noizeroy	Jura	Ing. géogr. Expéd. d'Egypt.
Restout	Jean-Baptiste	Avranches	Manche	Artillerie.
Reynaud	Jean-Joseph	Toulouse	Haute-Garonn.	Ponts et chaus.
Ribour	Félix-Sébastien	Canappeville	Eure	Retiré.
Richaud	Louis	Cap Français	Ile S.-Dom.	Génie milit.
Richer	Pierre	Ouen-de-la-Rouerie	Ille-et-Villain.	Ponts et chaus.
Riollé	Charles-François	Eu	Seine-Infér.	Retiré.
Robinet	Toussaint	Auxerre	Yonne	Retiré.
Rohault	Hubert	Paris	Seine	Retiré.
Romme	Maurice	Rochefort	Charente-Infé.	Retiré.
Rondeaux	Ch.-Mar.-Const.	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Rougeot	Etienne-François	Auxerre	Yonne	Retiré.
Roulin-Santerre	Joseph Pierre	Rennes	Ille-et-Villaine	Mort.
Rousselin	Adrien-Pierre	Caen	Calvados	Retiré.
Saget (3)	Ch.-Mar.-Philip.	Toulouse	Haute-Garonn.	Arts et Manuf.
Saint-Père	Charles	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.
Sapey	Adrien-Mammes	Bastia	Golo	Retiré.
Schouller	J.-Bapt.-Nicolas	Nancy	Meurthe	Retiré.
Sionnest	Fr.-Mar.-Laurent	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Thierry (4)	Jacques-François	Pontamousson	Meurthe	Artillerie. Expéd. d'Egypte.
Thurman	Louis	Colmar	Haut-Rhin	Génie milit.
Tourtier	Alex.-Jacq.-Fr.-Ant.-Michel	Moyencourt	Somme	Retiré.
Valleteau	Thomas	Alençon	Orne	Artillerie.
Vainsot	Joseph-Pierre	St.-Dizier	Haute-Marne	Génie milit.
Vannié	François	Poligny	Jura	Retiré.
Varinot	Antoine	Toul	Meurthe	Retiré.
Vatier	Frédéric-Eloi	Rouen	Seine-Infér.	Artillerie.
Warenghien	Adrien-Lamoral-Jean-Marie.	Douai	Nord	Génie milit.

(1) M. Moron a repris son nom Moreau, qui avoit été altéré par l'effet des troubles de St-Domingue ; il est enseigne de vaisseau, commandant la chaloupe canonière la Polytechnique. Voyez la Correspondance n. 1, pag. 9 et 10.

(2) M. Regnault ; commissaire des relations commerciales à Candie.

(3) M. Saget ; de la Société d'agriculture du Gers, auteur de mémoires sur la distillation des eaux-de-vie.

(4) M. Thierry ; mort en Syrie.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Weingand	Jean-Baptiste	Rouffach	Haut-Rhin	Retiré.
Wiotte	Pierre-Emman.	Dieppe	Seine-Infér.	Ponts et chaus.

Promotion du 11 frimaire an 3.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Acher	Jean-Joseph	Dijon	Côte-d'Or	Retiré
Alibert	Bertrand	Villeneuve	Lot-et-Garon.	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Audinot	Nicol.-Théodore	Paris	Seine	Retiré.
Beaupoil	Louis	Bacquet-Picau		Ingéu. géog.
Beraud	Jean-Geneviève	Lyon	Rhône	Ingén. géogr.
Bereux	J.-B.-Bonnavent.	Amiens	Somme	Génie milit.
Bernard (1)	Denis-Samuel	Niort	Deux-Sèvres	Admin. publ.
Bernier	Pierre-Justin	Paris	Seine	Retiré.
Berroyer	Armand	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Bersolles	Louis-Mar.-Const.	Brest	Finistère	Mort.
Bertre	Jacques-Antoine	Mortagne	Orne	Ingén. géog. Exp. d'Egypt.
Bierfahrer	Jean-Juste	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Blanchet	Mar.-Bern.-Parf.	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Bonnet	Edme	Versailles	Seine-et-Oise	Retiré.
Bontemps (2)	Notaire-Jean-Nic.-Marie-Fare	Paris	Seine	Troup. de lig.
Boullanger	Achille-Jean	Paris	Seine	Ing. hydrogr.
Brisson (3)	Barnabé	Lyon	Rhône	Ponts et chaus.
Brochet	Anne-Félix	Paris	Seine	Retiré.
Bruet	Paul-Pierre-Jos.	Paris	Seine	Retiré.
Burel	Antoine	Argoire	Rhône	Génie milit.
Cagniard	Charles	Paris	Seine	Ingén. géog.
Capdeville	Antoine-René	L'Ile de France	Inde	Retiré.
Carette	Antoine-Michel	Paris	Seine	Gén. milit.
Caristie	Philippe	Avallon	Yonne	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Champy (4)	Jean-Nicolas	Dijon	Côte-d'Or	Poudr. et salp.
Chatain	Jean-Baptiste	Mâcon	Saône-et Loire	Gén. milit.
Chezy (5)	Antoine-Léonard	Neuilly	Seine	Instruct. publ.
Coffin	Nicolas	Bourbonne-les-Bains	Haute-Marne	Retiré.
Collet	Cl.-Denis-Louis	Sezanne	Marne	Gén. milit.
Corbe	Nic.-Jean-Franç.	Ste.-James	Manche	Retiré.
Cormier	Patric.-Fr.-Yves	Paris	Seine	Retiré.
Costé	Charles-Stanislas	Le Hâvre	Seine-Infér.	Artillerie.
Cottu	Jean-François	Paris	Seine	Retiré.

(1) M. Bernard ; directeur de la monnoie au Caire, à présent sous-préfet à Rochefort.
(2) M. Bontemps ; aide-de-camp du général Dejean, ministre-directeur de la guerre, s'est consacré pendant plusieurs années aux expériences de physique dans les premiers cabinets de Paris, comme celui du Louvre, etc.
(3) M. Brisson ; a présenté à l'Institut plusieurs mémoires sur l'analyse. Voyez la Correspondance, n. 1, p. 8.
(4) M. Champy jeune ; commissaire des poudres et salpêtres en Égypte ; mort de la peste au Caire.
(5) M. Chezy ; employé aux manuscrits de la bibliothèque impériale ; auteur de traductions des langues orientales.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Couppey	Laurent	Négreville	Manche	Retiré.
Danglade de Maho	Pierre-Aug.-Frédéric	St.-Domingue	. . . . . .	Retiré.
Delagoutte	Claude	Beauvais	Oise	Retiré.
Delahaye	Aug.-Gilb.-Et.-Desiré	Aix	Bouch.-du-Rh.	Retiré.
Delalain	Stanislas	Eclaron	Haute-Marne	Retiré.
Demarest	Pierre	Lyon	Rhône	Ingén. géograph.
Denaix	Maxime-Aug.	Paris	Seine	Retiré.
Dewailly (1)	Etienne-Aug.	Paris	Seine	Instruct. publ.
Dhostel	Pierre-François	Gisors	Eure	Ponts et chaus.
Dillas	Christ.-L.-Victor	Paris	Seine	Retiré.
Doillot	Ange-Louis	Paris	Seine	Retiré.
Dorée	Pierre-Vincent	Beaucaire	Gard	Retiré.
Douvry	Marie-Théodore	Château-Lavallière	Indre-et-Loire	Génie milit.
Dubois	Nicolas	Terrasson	Dordogne	Retiré.
Duchambge	Auguste	Palezeux	. . . . . .	Retiré.
Durres	Bernard-Louis	Paris	Seine	Mines.
Dujourdain	Georg.-L.-August.	Bayeux	Calvados	Retiré.
Dupuis	Victor	Dormans	Marne	Mines. Exped. d'Egypte
Dutens	Michel	Tours	Indre-et-Loire	Ponts et chaus.
Duval	Louis	Gex	Ain	Ponts et chaus.
Duvergier	Alexandre-Nicol.	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Faulong	Théodore	Barbaste	Lot-et-Garon.	Retiré.
Fevre	J.-Bapt.-Simon	Versailles	Seine-et-Oise	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Forcade	J.-Bapt.-Gaston	Marmande	Lot-et-Garon.	Génie militaire.
Fréteau	Emman.-J.-Bapt.	Paris	Seine	Retiré.
Garnier	Louis-Desiré	Vernon	Eure	Ponts et chaus.
Gaudefroy	Abel	Paris	Seine	Artillerie.
Gilberton	André-Am.-Math.	Moulins	Allier	Retiré.
Goujon	Alexandre-Marie	Port-Malo	Ille-et-Villaine	Admin. forest.
Hallot	Crist phe-Ferdin.	Valliquerville	Seine-Infér.	Artillerie.
Hamot	Charles	Paris	Seine	Retiré.
Hérel	J.-Bapt.-Laurent	Lalandre-sur-Drôme	. . . . . .	Génie maritim.
Héron	Antoine-Marie	Paris	Seine	Mines.
Heuzé	Amédée	Montr.-sur-mer	Pas-de-Calais	Retiré.
Hooke	Jean-Guillaume	Paris	Seine	Retiré.
Houssemaine	Louis	Paris	Seine	Retiré.
Huet	Marcel.-Franç. de Paule	Péronne	Somme	Retiré.
Hulin-Boischevalier	Louis-Hyacinthe	Paris	Seine	Génie militaire.
Husson	Jean-Fr.-Denis	Mirecourt	Vosges	Ponts et chaus.
Husson	François-Louis	Bar-sur-Ornain	Meuse	Artillerie.

(1) M. Dewailly ; proviseur du lycée Napoléon.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Jomard (1)	Edme-François	Versailles	Seine-et-Oise	Ing. géog. Exped. d'Egypte.
Laffon	Jacq.-Alexand. André-Emile	Cessac	Gironde	Retiré.
Lainé	Emman.-Sim.	Besançon.	Doubs	Retiré.
Lambert	Antoine-Franç.	Paris	Seine	Retiré.
Laurent	Jacques-René	St.-Domingue	. . . .	Retiré.
Leblanc	Antoine-Aug.	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Lecesne	Bienheur.-Des. Franç.-Réel	Falaise	Calvados	Ing. géog. Exped. d'Egypte.
Lefranc	Pierre-Charl.	Breteuil	Oise	Retiré.
Legrand	Auguste-Louis	Chevy	Loiret	Génie milit.
Lemaire	François-Nic.	Beauvais	Oise	Retiré.
Lemaye	François-Phil.	Brion	Vienne	Retiré.
Lepoitevin	Alexand.-Guil. Thib.-Louis.	Paris	Seine	Génie milit.
Letellier	François-Ch.	Caen	Calvados	Mort.
Letenneur	Fr.-Nic.-Jos.	Paris	Seine	Retiré.
Lévêque Durostu	Maur.-Jul.-Marie.	Laroche-Sauveur	Morbihan	Retiré.
Liautard	Claude-Rosalie	Paris	Seine	Retiré.
Lofficial	Jacques	Montfaucon	Maine-et-Loire	Retiré.
Lordon	Jérome-Pierre	La Guadeloupe	. . . .	Artillerie.
Lucotte	Jacques-Claude	Paris	Seine	Retiré.
Mahou	Pierre-François	Rozai	Seine-et-Marne	Retiré.
Malmontet	Ant.-Henr.-Fr. Julien-Jacq.	Paris	Seine	Retiré.
Marchegay	Félix	St.-Germ.-de-Prinçay	Vendée	Artillerie.
Marcotte	Phil.-Mar.-Nic.	Noyon	Oise	Retiré.
Massé	Ant.-Jacques	Paris	Seine	Retiré.
Meslier	Georg.-Dom.-Em.	Abbeville	Somme	Retiré.
Mengin	Marie-Mart.-Phil.	Paris	Seine	Retiré.
Menissier	Pierre	Joigny	Yonne	Génie milit.
Merceron	Jos.-Pierre-Léon-Suzanne	St-Domingue	. . . .	Retiré.
Mesnager	François-Phil.	Nemours	Seine-et-Marne	Ponts et chaus.
Moline	Benoît	Lyon	Rhône	Ponts et chaus. Exp. d'Egyp.
Monnaye	Claude-Marie	Paris	Seine	Retiré.
Monnet	Claude	. . . .	. . . .	Retiré.
Mustel	Ant.-Léon.-Henr.	Paris	Seine	Retiré.
Noyer	Jean-Ant.-Alex.	Cayenne	. . . .	Retiré.
Olivier	Clém.-Fran.-Mar.	Quimperlé	Finistère	Retiré.
Oursel	Jean-Louis.	Le Hâvre	Seine-Infér.	Retiré.
Palustre	Louis-Auguste	Niort	Deux-Sèvres	Retiré.
Pannelier	Jean-Amable	Paris	Seine	Retiré.

(1) M. JOMARD; occupé à l'ouvrage sur l'Egypte, rédigé par ordre du Gouvernement.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Pascal	Pierre-Louis	Lyon	Rhône	Géog. Ponts et chaussées.
Paulmier	Guillaume	Nemours	Seine-et-Marne	Retiré.
Paulmier	Auguste-Pierre	Paris	Seine	Retiré.
Petit	Pierre-Michel	Paris	Seine	Agent de ch.
Pierre	Aug.-Jean-Bapt.	Paris	Seine	Retiré.
Pitoy	Alexis	Toul	Meurthe	Retiré.
Plagniol	Pierre-Fr.-Mar.-Auguste	Montpellier	Hérault	Génie milit.
Poinsot (1)	Louis	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Pottier	Paul-Nicaise	Laigle	Orne	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Prudhomme	Jacques	Le Mans	Sarthe	Retiré.
Quilhet	Antoine-Urbain	Alençon	Orne	Ponts et chaus.
Raffeneau	Adrien	Versailles	Seine-et-Oise	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Ramond	Paul	Montauban	Lot	Retiré.
Redon	Alexandre-Nicol.	Paris	Seine	Retiré.
Rendu	Louis-Athanase	Paris	Seine	Retiré.
Rendu	Ambr.-Mod.-Mar.	Paris	Seine	Retiré.
Roard (2)	Jean-Louis	Noyers	Yonne	Instruct. publ.
Robin	Pierre-Franç.-Et.	Paris	Seine	Retiré.
Rogniat	Jean-Baptiste	St.-Priest	Isère	Retiré.
Rohault	Fleury-Hubert	Paris	Seine	Génie militaire.
Roze	Henri	Rethel	Ardennes	Ponts et chaus.
Rubat	François-Marie	Lyon	Rhône	Retiré.
Sanson	Jean-Edme	Brezolles	Eure-et-Loir	Mort.
Sautayra	André-Barth.-Fr.	Brienon-sur-Armençon	Yonne	Retiré.
Schneider	Louis-Frédéric	Courbevoie	Seine	Artillerie.
Sedillot (3)	J.-Jacq.-Emman.	Emile	Seine-et-Oise	Instruct. publ.
Thuret	Marie-Joseph.-J.-Bapt.-Guillaum.	Clermont-Fer.	Puy-de-Dôme	Ponts et chaus.
Treilles	Pierre-Mar.-Amé.	St.-Domingue	. . . . . .	Ponts et chaus.
Tupinier	Jean-Marguerite	Cuisery	Saône-et-Loire	Génie maritim.
Vallet	Michel-François	Chartres	Eure-et-Loir	Retiré.
Viallet	Armand-Jules	Dieppe	Seine-inférieur.	Ponts et chaus.
Villain	Juste-Louis-Vict.	Beauvais	Oise	Mort.
Woorm	Constant	Arras	Pas-de-Calais	Retiré.

Promotion du 2 nivôse an 3.

Belin	Florimond	Courjumel	Aisne	Retiré.
Bertet	Luc-Antoine	Besançon	Doubs	Retiré.
Boufflers	Jacques-Franç.	St.-Vallery	Somme	Retiré.

(1) M. POINSOT; professeur au lycée Bonaparte; auteur des élémens de statique. Voyez la Correspondance n. 2, pag. 30.

(2) M. ROARD; directeur des teintures des manufactures impériales résidant aux Gobelins, ci-devant professeur à l'école centrale de Beauvais.

(3) M. SÉDILLOT; secrétaire de l'école des langues orientales vivantes, à la bibliothèque impériale.

Nom.	Prénoms	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Bouteville	Jean-Ch.-Franç.	Péronne	Somme	Retiré.
Cochon	Emmanuel	Fonten.-le-Pe.	Vendée	Artillerie.
Declosets	Cl.-Nic.-Ch.-Jacq.	Châlons	Marne	Ponts et chaus.
Dufaud	Jean-Georges	Nevers	Nièvre	Retiré.
Dupuy	Jacq.-Ben.-Marie	Marsac	Puy-de-Dôme	Génie militaire.
Durivau	Et.-Pierre-Henri	Givet	Ardennes	Génie militaire.
Flesselles	J.-Baptiste-Pierre	Amiens	Somme	Retiré.
George	Charles-François	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Jollois (1)	J.-Bapt.-Prosper	Brienon-sur-Armençon	Yonne	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Lacy	Et.-Claire-Patrice	Paris	Seine	Artillerie. Exp. d'Egypte
Ledure	Nicolas-Laurent	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Legrand	Théodore	Neuilly	Seine	Retiré.
Lucotte	Auguste-Louis	Paris	Seine	Retiré.
Main	Thomas-Hippolyte	Paris	Seine	Retiré.
Manhès	Pierre-Laurent	Aurillac	Cantal	Retiré.
Mossère	Pierre	Mont-sur-Tille	Côte-d'Or	Ponts et chaus.
Perret	Jean-Mathieu	Lyon	Rhône	Retiré.
Petit	Jean-Baptiste	Premery-près-Cosne	Nièvre	Retiré.
Petit	Louis-Denis	Bois-commun	Loiret	Artillerie.
Picot	Louis-Pierre-Cés.	Neuville	Loiret	Génie maritim.
Rance	Claude-Athanase	Montrichard	Loir-et-Cher	Ponts et chaus.
Recoing	Antoine	Epineau-les-Voyes	Yonne	Retiré.
Ricard	J.-Bapt.-Marthe	Montpellier	Hérault	Retiré.
Richard	Pierre-Charles	Antony	Seine	Artillerie.
Riondel	Jean-Armand	Rocroy	Ardennes	Retiré.
Roth	Charles-Joseph	Versailles	Seine-et-Oise	Retiré.
Vimal	Jacq.-Claire-And.	Ambert	Puy-de-Dôme	Ing. géographe.
Valcknaer (2)	Charles-Athanase	Paris	Seine	Instruct. publ.

Promotion du 14 nivôse an 3.

Nom.	Prénoms	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Bonnemère	Joseph-Claude	Saumur	Maine-et-Loire	Ponts et chaus.
Chevalier	Michel	Clermont-Fer.	Puy-de-Dôme	Ponts et chaus.
Garesché	Paul	Larochelle	Charente-Inf.	Retiré.
Goll	Joseph	Colmar	Haut-Rhin	Génie milit.
Joly	Louis-Auguste	Issoudun	Indre	Retiré.

Promotion du 11 pluviôse an 3.

Nom.	Prénoms	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Lebrun	P.-L.-Mar.-Joseph	Douai	Nord	Retiré.
Thevenod (3)	Claude-François	Chambéry	Mont-Blanc	Ponts et chaus.

(1) M. Jollois; occupé à Paris de l'ouvrage sur l'Egypte, rédigé par ordre du Gouvernement.
(2) M. Valcknaer; traducteur de la géographie de Pinkerton.
(3) M. Thevenod, a péri dans la première insurrection de la ville du Caire.

Promotion du 28 ventôse an 3.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Barré	André-Simon	Rocroy	Ardennes	Retiré.
Boucharlat	Jean-Louis	Lyon	Rhône	Retiré.
Boullanger	Charles-Pierre	Paris	Seine	Retiré.
Boyé (1)	Amédée-François	Paris	Seine	Artillerie. Exp. d'Egypte.
Boyer	Jean-Pierre-David	Grenoble	Isère	Retiré.
Chabrol (2)	Jacq.-Jos.-Gasp.-Antoine	Riom	Puy-de-Dôme	Ponts et chaus. Exp. d'Egyp.
Chabrol	Guillaume-Mich.	Riom	Puy-de-Dôme	Admin. publ.
Champy (3)	Jean-Siméon	Dijon	Côte-d'Or	Admin. publ.
Cochou-Durozoir	Charles-François	Paris	Seine	Mines.
Coqueret	Henri-François	Paris	Seine	Retiré.
Daoust (4)	Bern.-Eust.-Mar.	Cuiney	Nord	Troup. de lign.
Delacroix	Louis	Paris	Seine	Retiré.
Espagnou	Simon-Marguerite	Toulouse	Haute-Garonn.	Ponts et chaus.
Gambart	Charles-Antoine	Port-Brieux	Côtes-du-Nord	Retiré.
Gautier	Louis-François	Nantes	Loire-Infér.	Retiré.
Guilley	Amédée	Nantes	Loire-Infér.	Génie milit.
Huguet	Louis	St.-Domingue	. . . . . .	Retiré.
Laffaille	Gabriel	Poussac	Hautes-Pyrén.	Génie milit.
Lecouteulx (5)	Jacques-Félix	Paris	Seine	Ing. géograp.
Lenglier	Benjamin	Mesnil-Lecom. Laville	Oise	Ponts et chaus.
Maillet-Lacoste	Pierre-Laurent	St.-Domingue	. . . . . .	Retiré.
Mertian	Basile-Louis	Ribeauvillé	Haut-Rhin	Retiré.
Paty	J.-Bapt.-Cl.-Fr.	Paris	Seine	Retiré.
Percheron	Alex.-Ch.-Franç.	Paris	Seine	Génie milit.
Rousselle	Pierre-Louis	Beauvais	Oise	Génie milit.
Souyn	André-Jean-Bapt. Garlache	Rheims	Marne	Retiré.
Soyer	Cl.-Ch.-Xavier	Péas	Marne	Génie milit.
Tannay	Jean-Georges	Gerponville	Seine-Infér.	Ponts et chaus.
Tardivy	Cyprien	. . . . . .	. . . . . .	Retiré.
Villegonthier	Louis	Fougères	Ille-et-Villaine	Retiré.

Promotion du 6 frimaire an 4.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Arcelot	Alex.-Louis	Dracy près Vitaux	Côte-d'Or	Ponts et chaus.

(1) M. Boyé; a été tué à la bataille d'Abouquir, à la tête de l'artillerie des guides.
(2) M. Chabrol, l'un des coopérateurs de l'ouvrage sur l'Egypte, rédigé par ordre du Gouvernement.
(3) M. Champy; administrateur-adjoint des poudres et salpêtres, à Paris.
(4) M. Daoust; mort à St.-Domingue, avec le grade d'adjudant-commandant.
(5) M. Lecoulteux-Mollet, actuellement auditeur au conseil d'état, section de l'intérieur.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Auniet	Pierre	Bourges	Cher	Ponts et chaus.
Bontemps	Pier.-Ch.-Franç.	Paris	Seine	Artillerie.
Boucher	Alphonse-René	Dame-Marie-les-Fontaines	Seine-et-Marn.	Mort.
Chastellard	Jos.-Ant.-Marie	Grenoble	Isère	Retiré.
Chaumont	Jean-François	Port-Malo	Ille-et-Villaine	Gén. maritime. Exp. d'Egypt.
Chayrou	Jean-Joseph	Libourne	Gironde	Génie marit.
Clément-de-Ris	Ange-Louis	Tréguier	Côtes-du-Nord	Mort.
David	Alexand.-August.	Versailles	Seine-et-Oise	Génie milit.
Derouet	Frédéric	Tours	Indre-et-Loire	Génie milit.
Drapier (1)	Jean-Jacques	Chartres	Eure-et-Loir	Mines.
Fabre	Amand	. . . .	. . . .	Retiré.
Gosset	Charles-Antoine	Strasbourg	Bas-Rhin	Artillerie.
Greslé	Philippe	Tours	Indre-et-Loire	Génie maritim. Exp. d'Egypt.
Guénaud aîné.	François	. . . .	. . . .	Retiré.
Guénaud jeune	Philibert	. . . .	. . . .	Retiré.
Imbert	Jean-Baptiste	Decize	Nièvre	Gén. militaire.
Izac	Laurent	Cahors	Lot	Retiré.
Legentil	Em.-Marie-Jean	Quimper	Finistère	Gén. militaire. Exp. d'Egypt.
Martin	François-Léon	Paris	Seine	Retiré.
Martineau	Jean-Math.-Const.	Nantes	Loire Infér.	Génie militaire.
Mazerat, aîné	François-Marie	Nontrou	Dordogne	Retiré.
Mazerat, jeune	Jean-Baptiste	Nontrou	Dordogne	Retiré.
Meaume, dit Couperie	. . . .	. . . .	. . . .	Ing. géograph.
Michaud	Jean	Fort-l'Ecluse	Ain	Génie milit.
Robert	François	. . . .	. . . .	Retiré.
Roujoux	Philippe	Landerneau	Finistère	Artillerie.
Saint-Cyr	Aimé-Prosper	Caen	Calvados	Artillerie.
Thomassin	Cl.-Louis-August.	Chaumont	Haute-Marne	Artillerie.
Viefville	Pierre-Antoine	Malzy	Aisne	Artillerie.
Yencesse	Jean-Baptiste	Dijon	Côte-d'Or	Géniemilitaire.

Promotion du 24 frimaire an 4.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Boullengez	Alphonse	Paris	Seine	Retiré.
Chambette	André-Benoît	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Conseil	Jacques-Louis	Moon	Manche	Retiré.
Dulion	Jacques-Auguste	Paris	Seine	Ingén. géog.
Fouques	Louis-Benoît	Versailles	Seine-et-Oise	Ponts et chaus.
Lemaire	Augustin-Joseph	St.-Omer	Pas-de-Calais	Retiré.
Praslin	Regn.-Ch.-Laure Félix.	Paris	Seine	Génie milit.

(1) M. Drapier ; répétiteur de chimie à l'Ecole polytechnique. Voyez la Correspondance, nº. 3, pag. 64.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Promotion du 23 nivôse an 4.				
Caunes	Jacques-Joseph	Génestas-près-Narbonne	Aude	Ingén. géograp.
Duffour	Antoine-Théodore	Paris	Seine	Retiré.
Faure (1)	Pierre-Ange-Fr. Xavier	Nantes	Loire-Infér.	Ingén. géograp.
Ferrand	Jean	. . . .	. . . .	. . . .
Framery	Henri.-Al.-Eug.	Chatillon-sur-Seine	Côte-d'Or	Retiré.
Gayet	Jean-Mar.-Christ.	. . . .	. . . .	Retiré.
Guettard	Louis	Etampes	Seine-et-Oise	Retiré.
Pelletan	Pierre	Paris	Seine	Arts. Médec.
Regley	Charles-Rosalie	Sens	Yonne	Artillerie.
Rigault	Jean-Charles	Paris	Seine	Retiré.
Steiuem	Charles	Mayence	Mont-Tonnerr.	Retiré.
Walton	Antoine	Bourges	Cher	Artillerie.
Promotion du 17 germinal an 4.				
Blanchard	Jean-Louis	Verson	Calvados	Mines.
Cagniard	Jules	Sevran	Seine-et-Oise	Ponts et chaus.
Cossigny	Corneille-Auguste	L'île-de-France	Inde	Génie milit.
Delalande	Eusèbe	Coutances	Manche	Retiré.
Dorguin	Jean	Lachâtre	Indre	Mort
Epailly, aîné	Anatoile-François	Mouchard	Jura	Ingén. géograp. militaire.
Epailly, jeune	Pierre-Antoine	Mouchard	Jura	Ponts et chaus.
Eustache	François-Jonas	Le Hâvre	Seine-Infér.	Ponts et chaus.
Fassardy	Romain	. . . .	. . . .	Retiré.
Fouré	Jean-Etienne	Chartres	Eure-et-Loir	Génie milit.
Fulchiron	Jean-Claude	Lyon	Rhône	Retiré.
Kornmann	Auguste-Frédéric	Paris	Seine	Retiré.
Laroche	François	Autun	Saône-et-Loire	Ingén. géograp. Exp. d'Egypt.
Lasseret	Michel-Adrien	Caen	Calvados	Ingén. géograp.
Londe	Pierre-Victor	Caen	Calvados	Retiré.
Lobligeois	François-Joseph	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Maurouard (2)	Jean-Marie	Caen	Calvados	Marine milit.
Millard	Céline-Fr.-Robert	Paris	Seine	Marine milit.
Picquet (3)	Jean-Baptiste	St.-Pierre-le-Moutier	Nièvre	Génie milit. Exp. d'Egypt.
Poignant	Louis	St.-Thibaut	Cher	Ponts et chaus.
Pottier	Roland-Victor	Caen	Calvados	Géographe.

(1) M. Faure ; de l'expédition du capitaine Baudin, resté à l'Ile de France.
(2) M. Maurouard ; de l'expédition du capitaine Baudin, enseigne de vaisseau ; a enrichi le cabinet d'histoire naturelle de l'Ecole d'une résine particulière dont on fera connoître l'analyse.
(3) M. Picquet ; lieutenant du genie militaire, tué à la defense de la forteresse d'Elarich.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Prévost	Denis-Nicolas	Meaux	Seine-et-Marne	Retiré.
Riambourg	Claude	Dijon	Côte-d'Or	Artillerie.
Vallot (1)	Simon	Dijon	Côte-d'Or	Ponts et chaus.

Promotion du 9 floréal an 4.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Vallier	Auguste-Denis	Paris	Seine	Artillerie.
Arnaud	Antoine	Paris	Seine	Génie maritim.
Blanquet	Charl.-Dom.-Mar.	Marvejols	Lozère	Génie maritim.
Choppin	Antoine	Paris	Seine	Ingén. géog.
Druet	Gabriel-Claude	. . . . . .	. . . . . .	Génie marit.
Folard	Paul	Toulouse	Haute-Garonne	Artillerie.
Lavit (2)	Jean-Bapt.-Omer	Paris	Seine	Instruct. publ.
Legrand-Devaux	Henri-François	. . . . . .	. . . . . .	Génie maritim.

Promotion de frimaire an 5.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Andoueaud	Armand-Louis	Paris	Seine	Gén. milit.
Angion	Nicolas	Pontamousson	Meurthe	Retiré.
Arnollet	Pierre-J.-Bapt.	Pontailler-sur-Saône	Côte-d'Or	Ponts et chaus. Exp. d'Egyp.
Bague (3)	François-Joseph	Bousseraucourt	Haute-Saône	Artillerie.
Bailly (4)	Joseph-Charles	Nancy	Meurthe	Arts et manuf.
Barthelemy (5)	Jean-Bapt.-Louis Henri-Nicolas	Metz	Moselle	Génie maritim.
Belot	Bernard-Charles	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.
Bernard	Louis-Melchior	Draguignan	Var	Artillerie
Berthollet	Amédée-Barthél.	Paris	Seine	Arts et manuf.
Betbeder	. . . . . .	. . . . . .	. . . . . .	Mort.
Bosquet	Louis-Auguste	Philippeville	Ardennes	Artillerie
Bouchard (6)	Pierre-Fr.-Xavier	Orgelet	Jura	Génie milit. Exp. d'Egypt.

(1) M. VALLOT ; a remporté un grand prix d'architecture ; a été professeur d'architecture à l'école d'artillerie et génie de Metz ; il travaille aux plans et à l'établissement de la nouvelle ville Napoléon, dans la Vendée.

(2) M. LAVIT ; auteur d'un ouvrage sur la perspective.

(3) M. BAGUE, aide de camp du général Andreossy, chef de l'état-major général du camp de St.-Omer.

(4) M. BAILLY ; naturaliste de l'expédition du capitaine Baudin. A son retour, il a enrichi les collections nationales d'objets précieux. D'après son témoignage, on trouve des élèves de l'École polytechnique dans tous les pays habités ; par-tout il a reçu d'eux l'accueil amical et le genre de secours approprié à sa position. Les anciens élèves jouissent par-tout d'une haute considération méritée par une excellente conduite.

(5) M. BARTHÉLEMY ; Dans le récit de l'incendie qui a eu lieu à Anvers, en fructidor dernier, le Journal LE CITOYEN FRANÇAIS disoit : les habitans effrayés laissoient faire les marins. Les officiers du génie militaire qui les commandoient, ont escaladé comme eux les toits des maisons ; on a vu M. Barthélemy sur un pignon embrasé, marquant la place où il falloit abattre, etc.

(6) M. BOUCHARD ; capitaine du génie ; il est revenu heureusement de St.-Domingue, où il étoit passé, à son retour de l'expédition d'Egypte.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Boudhors	Pierre-Alexandre	Strasbourg	Bas-Rhin	Ponts et chaus.
Boulouvard	Benoit	Arles	Bouch.-du-Rh.	Troup. de lig.
Bourdon (1)	L.-Pierre-Marie	Alençon	Orne	Instruct. publ.
Carlet	Pierre-Jos.-Henri	La Côte-St.-André	Isère	Arts et Manuf.
Charbaut (2)	J.-Louis-Laurent	Fère champen.	Marne	Génie militaire. Exp. d'Egypt.
Chateaubrun	Marc-Ch.-Julien	Laval	Mayenne	Artillerie.
Chatillon	Georg.-Fr.-Joseph	Crécy-sur-Ser.	Aisne	Génie milit.
Cheveny-Lachapelle	Ambroise-Louis	Paris	Seine	Retiré.
Conseil	Jean-Auguste	Moon	Manche	Retiré.
Constantin	Bertrand	Châteauroux	Indre	Génie milit.
Coston	François-Gilbert	. . . . . .	. . . . . .	Retiré.
Coutailloux	Alexandre-Ambr.	Châl.-sur-Mar.	Marne	Artillerie.
Crassous	Alban-Pierre.-Et.	Montpellier	Hérault	Ponts et chaus.
Culon dit Troisbrioux	Armand-Louis	Farges	Cher	Retiré.
Dambruère	Philippe-Pierre	Dijon	Côte-d'Or	Génie militaire.
Darros	Jos.-Ph.-Charles	Plappeville	Moselle	Retiré.
Daydé	Louis-Const.-Em.	Paris	Seine	Mort.
Déchaux (3)	François-Honoré	Thionville	Moselle	Artillerie.
Delaage	Aug.-Cl.-Fortuné	Paris	Seine	Retiré.
Delarsé	Joseph-Liévain	Arras	Pas-de-Calais	Artillerie.
Demarteau	Jacques-Antoine	Paris	Seine	Arts. Gravure.
Demay	François	Dieppe	Seine-Infér.	Artillerie.
Derrien	Romain-Marie	Quimper	Finistère	Ponts et chaus.
Desrousseaux	Georg.-Phil.-Aug.	Sedan	Ardennes	Retiré.
Devilliers (4)	René-Edouard	Versailles	Seine-et-Oise	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Donnat (5)	Auguste-Etienne	Montpellier	Hérault	Génie militaire.
Doussault	Hyac.-Raoul-Fr.	Vitré	Ille-et-Villaine	Mort.
Dubois	Jean-Mar.-Joseph-Aimé	Le Pont de Beauvoisin	Mont-Blanc	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Dubois	François-Joseph	Strasbourg	Bas-Rhin	Artillerie.
Duchamd	Jean-Baptiste	Grenoble	Isère	Retiré.
Dumazet	Pierre-Paul	Clermont-Fer.	Puy-de-Dôme	Retiré.
Dupuy	Pierre-Macaire	Grenoble	Isère	Retiré.
Duvaux	Louis-Marie	Puteaux	Seine	Ponts et chaus.
Egault	Pierre-Th.-Marie	Dinan	Côtes-du-Nord	Ponts et chaus.
Fabvier	Louis-Joseph	Paris	Seine	Ponts et chaus. Exp. d'Egypt.
Fargeon	Antoine-Louis	Paris	Seine	Retiré.
Garella	Hyacinthe	Chambéry	Mont-blanc	Ponts et chaus.

(1) M. BOURDON ; professeur au lycée Charlemagne de Paris, après l'avoir été au Prytanée de St.-Cyr.
(2) M. CHARBAUT ; lieutenant du génie, tué d'un coup de canon devant St.-Jean-d'Acre.
(3) M. DECHAUX ; mort à l'expédition de St.-Domingue.
(4) M. DEVILLIERS ; occupé de l'ouvrage sur l'Egypte, rédigé par ordre du Gouvernement.
(5) M. DONNAT ; aide de camp du prince Louis.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Garin	Franç.-L.-Joseph	Maubeuge	Nord	Gén. milit.
Gaschon	Étienne-François	Riom	Puy-de-Dôme	Ponts et chaus.
Gouilly-Pingard	Vinc.-Ch.-Aug.	Charleville	Ardennes	Ponts et chaus.
Goury	Jean-Sébastien	Landerneau	Finistère	Ponts et chaus.
Grulet	Guillaume	Château Porc.	Ardennes	Ponts et chaus.
Guillot	Antoine-Nicolas	Paris	Seine	Artillerie.
Hérault	Alexand.-Gustave	Paris	Seine	Mines.
Hulot	Jean-Gaspard	Charleville	Ardennes	Artillerie.
Humbert	Nicolas	Chargnat	Puy-de-Dôme	Artillerie.
Jadioux	Léonard	Moulins-Gilb.	Nièvre	Gén. milit.
Jaunez	Pierre-Dieudonné	Metz	Moselle	Génie maritim.
Joffrenot Montlebert	Jos.-Fr.-Marie	Neufchâteau	Vosges	Géniemilitaire.
Julhe	Louis	Aurillac	Cantal	Retiré.
Laforcade	Jean-Bruno-Paul-Barthélemy	Toulouse	Haute-Garonne	Génie milit.
Laguette	Emil.-Jos.-Hyp.	Sonthonax	Ain	Génie milit.
Lallemand	Dominique	Metz	Moselle	Artillerie.
Lanusse	Antoine	Larochelle	Charente-Infér.	Retiré.
Lebourg	Jacq.-Daniel-Fr.	Landerneau	Finistère	Retiré.
Ledéan	Jean-Fr.-Auguste	Quimper	Finistère	Mines.
Leduc	Augustin-Marie	Nantes	Loire-Infér.	Génie milit.
Lehot	Charles-Jean	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Lemaigre	Charles-Alexand.	Paris	Seine	Retiré.
Lemaire	Cés.-Florim.-Jos.	St.-Omer	Pas-de-Calais	Mines.
Lescure	Jean	Montauban	Lot	Ponts et chaus.
Lespagnol	Charles	Francheval	Ardennes	Ponts et chaus.
Livache	Charles-François	Genève	Leman	Ponts et chaus.
Maheux	Joseph-Marie	Issoudun	Indre	Génie marit.
Marie-Laforge	Et.-Soph.-Thom.	Auxerre	Yonne	Mort.
Mancomble	François Eléonor	Charleville	Ardennes	Retiré.
Merle	Jean-Antoine	Aiguillon	Lot-et-Garon.	Retiré.
Migneron	Etienne-Pierre	Paris	Seine	Génie militaire.
Minard	Charles-Joseph	Dijon	Côte-d'Or	Ponts et chaus.
Mocquard	Bonaventure	Brest	Finistère	Artillerie.
Molard	François-Emman.	Bouchoux	Jura	Artillerie.
Moret	Amand	Versailles	Seine-et-Oise	Génie militaire. Exp. d'Egypt.
Odart	Alexandre-Pierre	Parcay	Indre-et-Loire	Retiré.
Paporet	Frédéric	Paris	Seine	Génie milit.
Pécheur	J.-Bapt.-Pierre	Metz	Moselle	Artillerie.
Pelte	Henri-J.-Martial	Metz	Moselle	Retiré.
Pertusier	Charles	Beaume-les-Nones	Doubs	Artillerie.
Picot	Clément	La tour du Pin	Isère	Retiré.
Pierret	Pierre-Remi-Alex.	Mézières	Ardennes	Mines.
Pilatte	Pierre	Beaugency	Loiret	Artillerie.
Polonceau	Antoine-Remi	Rheims	Marne	Ponts et chaus.
Pontus	Benjamin	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Potel	Jean-Marie-Joseph	Paris	Seine	Arts chimiq.

Nom.	Prénoms	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Poulet-de-Lisle (1)	Antoine-Charles	Janville	Eure-et-Loir	Ponts et chaus.
Prevost-Vernoy.	Simon-Pierre-Nic.	Avallon	Yonne	Génie milit.
Renaud	J.-Bapt.-Lupicin	Monnet-la-Ville	Jura	Artillerie.
Reynaud (2)	Ant.-And.-Louis	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Riambourg	J.-Bapt.st.-Claude	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.
Robin	Remi-Adolphe	Attigny	Ardennes	Ponts et chaus.
Robiquet	Franç.-Guillaume	Rennes	Ille-et-Villaine	Ponts et chaus.
Rossignon	Alex.-Victorien	Rheims	Marne	Génie marit.
Roujoux	Prudence-Guil.	Landerneau	Finistère	Marine milit.
Seguin	Mich.-Pierre-Fr.	Château-Gont.	Mayenne	Retiré.
Souilhagon	Jean-Antoine-Fr.	Marmande	Lot-et-Garon.	Retiré.
Tiremois	Louis	Saint-Amand	Cher	Artillerie.
Toustain	Félix-Henri	Josselin	Morbihan	Artillerie de la marine.
Trudon	Alexandre	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Vallée	Phil.-Franç-Ant.	Bourg	Ain	Géniemilitaire.
Vincent	Jean-Pierre-Séra.	Rouen	Seine-Infér.	Genie maritim.
Walther	Guil.-René-Charl.	Saci	Marne	Retiré.
Zimmer	Guillaume-Louis	Strasbourg	Bas-Rhin	Artillerie.

Promotion de l'an 6.

Nom.	Prénoms	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Albiat	Pierre	Clermont	Puy-de-Dôme	Artillerie.
Alphand	Franç.-Ch.-Marie	Briançon	Hautes-Alpes	Artillerie.
Baduel	Henri-Bertrand	Figeac	Lot	Ponts et chaus.
Barré	André-Simon	Rocroy	Ardennes	Artillerie.
Barrin	J.-Jacques-Ferd.	Beaurepaire	Isère	Génie militaire.
Baudart	Louis-Ant.-Marie	Rethel	Ardennes	Retiré.
Bazanac	Jean	Sainte-Croix	Gironde	Marine milit.
Bernard	Philippe	Lachâtre	Indre	Retiré.
Bernault (3)	Louis-Félix	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Bichot	Pierre-Vinc.-Vict.	Rouen	Seine-Infér.	Génie maritim.
Bidot	Laurent	Macornay	Jura	Artillerie.
Bonnard	Augustin-Henri	Paris	Seine	Mines.
Bontems	Auguste-François	Genève	Leman	Génie milit.
Bordenave (4)	Charles-Pierre-Et.	Pau	Basses-Pyrén.	Marine milit.
Bouesnel	Pierre-Mathieu	Avalon	Yonne	Mines.
Breu	Jean-Frédéric	Strasbourg	Bas-Rhin	Retiré.
Briot	Ant.-Fr.-Margue.	L'Isle-sur-le-Doubs	Doubs	Retiré.
Cantecort	Joseph	Marmande	Lot-et-Garon.	Retiré.

(1) M. Poulet de Lisle ; professeur au lycée d'Orléans.

(2) M. Reynaud ; répétiteur d'analyse à l'Ecole polytechnique, auteur de plusieurs ouvrages de mathématiques. Voyez la Correspondance, n°. 2, pag. 30 ; n°. 3, p. 64.

(3) M. Bernault ; mort dans le sein de sa famille, avant d'avoir reçu sa lettre d'admission aux Ponts et chaussées.

M. Bordenave ; enseigne de vaisseau, a voyagé dans l'Inde pendant deux ans.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Carles	Etienne-Barthél.	Bordeaux	Gironde	Retiré.
Carlet	Pierre-Jos.-Henri	La Côte Saint-André	Isère	Retiré.
Carney (1)	Alphonse	Uzès	Gard	Instruct. publ.
Castellan	Philippe-Baltazard	Montpellier	Hérault	Marine milit.
Catoire	Etienne-Mar.-Em. Jean-Baptiste	Bioncourt	Meurthe	Retiré.
Cavenne	Jean-Louis	Mont-d'Origny	Aisne	Artillerie.
Chapelain	Arm.-Ch.-Alexis	Paris	Seine	Poudr. et salp.
Clacquesin	Pierre-J.-Baptiste	Pontoise	Seine-et-Oise	Retiré.
Coïc	Jul.-Desiré-Abel	Quimper	Finistère	Ponts et chaus.
Collinet	Armand-L.-Denis	Paris	Seine	Retiré.
Comin	Pierre	Lectoure	Gers	Artillerie.
Cordier	Joseph	Orgelet	Jura	Ponts et chaus.
Coutant	Jean-Charles	Paris	Seine	Mort.
Dandré	Louis	Ivry	Eure	Artillerie.
Dastier	Chr.-Em.-Séraph.	Grenoble	Isère	Ponts et chaus.
Depleurre	Ange-Charles	Paris	Seine	Retiré.
Derché	Jean-Joseph	Strasbourg	Bas-Rhin	Génie milit.
Dessolle (2)	Jean-Gabriel	Toulouse	Haute-Garonn.	Artillerie.
Destutt-Tracy	Alex.-Cés.-Vict.-Charles	Paris	Seine	Génie milit.
Dhauteville	Claude-Marie	Chatillon-sur-Chalaronne	Ain	Retiré.
Dhurcourt	Nicolas.-Gédéon-Eléon.-Robert	Paris	Seine	Artillerie.
Doyen	Marc-Dominique	Vic	Meurthe	Artillerie.
Dupuy (3)	Pierre-Macaire	Grenoble	Isère	Artillerie.
Emy	Amand-Marie	Paris	Seine	Marine milit.
Favart	Lancelot	Rheims	Marne	Artillerie.
Finot	Antoine-Bernard	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.
Finot	Fr.-Sim.-Etienne-Barthélemy	Avalon	Yonne	Génie milit.
Fiscal	Jacques-Antoine	Sarrelibre	Moselle	Retiré.
Français	Jacques-Frédéric	Saverne	Bas-Rhin	Génie milit.
Gandin	Joach.-Fr.-Denis	Nantes	Loire-Infér.	Ponts et chaus.
Gaultier-Biauzat	Benoit-Marie	Clermont	Puy-de-Dôme	Jurisprudence
Gay (4)	Louis-Joseph	St.-Léonard	Haute-Vienne	Ponts et chaus.
Gilbert	Pierre-Joachim	Landerneau	Finistère	Génie marit.
Goujet-Deslandes	Henri-Pierre-Ant. Auguste	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.

(1) M. Carney ; professeur de mathématiques à l'école d'artillerie de Toulouse.
(2) M. Dessolle ; conseiller de préfecture, administrateur des écoles de chimie, physique, etc., à Toulouse.
(3) M. Dupuy ; arrivé de l'expédition de St.-Domingue, après avoir été longtems prisonnier à la Jamaïque et en Angleterre.
(4) M. Gay-Lussac ; répétiteur de chimie à l'Ecole polytechnique, auteur de plusieurs mémoires de chimie, a fait deux ascensions aérostatiques; en ce moment compagnon de voyage du célèbre Humboldt ; Voyez la Correspondance, n°. 3, p. 56.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Grassot	Charles	Châl.-sur-Saôn.	Saône-et-Loire	Artillerie.
Guillotou	Jean-Louis-Marie	Ploujean	Finistère	Retiré.
Hatton	François-Urbain	Fresnay	Sarthe	Retiré.
Henrat	Jean-Nicolas-Fr.	Charbogne	Ardennes	Gén. militaire
Héricart	Louis-Pierre-Mar.	Retheuil	Aisne	Artillerie.
Hersart	Ch.-Jacq.-Tous.	Morlaix	Finistère	Mines.
Hovelt	Aubert-Louis-Jos.	Dunkerque	Nord	Retiré.
Hubert	Jean-Baptiste	Chauny	Aisne	Génie maritim.
Jeulain	Nicolas-Rigobert	Passy	Seine	Génie militaire.
Joulet	Jean-Nicolas	Paris	Seine	Mort.
Kastner	Louis	Strasbourg	Bas-Rhin	Retiré.
Lafont	Antoine	Ussel	Corrèze	Artillerie.
Laroque	André-Damien	Castelnaudary	Aude	Troupes de l.
Lauzeral	Jean-Hyppolite	Versailles	Seine-et-Oise	Artillerie.
Lefuel	Alexandre-Joseph	Paris	Seine	Marine milit.
Lehir	Yves	Morlaix	Finistère	Retiré.
Lelivec	Hyac.-Fr.-Marie	Quimper	Finistère	Mines.
Lesbaupin	Ambr.-Fr.-Marie	Rennes	Ille-et-Villain.	Artillerie.
Lhoste	Denis-Rosalie	Meaux	Seine et Marne	Ponts et chaus.
Maffre	Jean-François	Marseillan	Hérault	Ponts et chaus.
Malhère	Louis-Rob.-Mar.	Rouen	Seine-Infér.	Artillerie.
Martineau	Etienne	Longèves	Vendée	Retiré.
Moreau	Philippe-Jacques	Rigny-le-Ferron	Aube	Génie marit.
Morel (1)	Jean-Alexandre	Loisy	Meuse	Instruct. publ.
Nottret	Louis	Ripont	Marne	Artillerie.
Oberlin	Georges-Jérémie	Strasbourg	Bas-Rhin	Retiré.
Offroy	Jean-Jacques	Mauriac	Cantal	Retiré.
Oudot	Claude-Fr.-Cam.	Dijon	Côte-d'Or	Mines.
Paganel	Barthélemy	Villeneuve-sur-Lot	Lot-et-Garon.	Arts. Architec.
Papinaud	Ant.-Jean-Marie	Lagrasse	Aude	Retiré.
Paques	J.-Baptiste-Marc	Philadelphie	Amérique	Retiré.
Paulinier	François-Adelphe	Beaulieu	Hérault	Artillerie.
Pion	Claude-Nicolas	Paris	Seine	Artillerie.
Piquet (2)	Pierre-Louis	Barbonne	Marne	Instruct. publ.
Pitot	Jacques-Jean	Morlaix	Finistère	Gén. militaire.
Pochet	Louis-Fr.-Joseph	Besançon	Doubs	Retiré.
Potel	Joseph-Stanislas	Gevrey	Côte-d'Or	Arts chimiq.
Puvis	Marc-Antoine	Cuiseau	Saône-et-Loire	Retiré.
Ragot (3)	Claude-Joseph	Sarre-Libre	Moselle	Marine milit.
Rataud	Charles-Louis	Paris	Seine	Jurisprud.
Rieussec	Anne-Louis-Cés.	Lyon	Rhône	Artillerie.
Risse	Jean-Martin	Metz	Moselle	Gén. milit.
Rous	Théod.-Jacq.-Jos. Vincent	Embrun	Hautes-Alpes	Génie milit.

(1) M. Morel ; professeur de mathématiques à l'école d'artillerie de Besancon.
(2) Piquet ; professeur de géometrie descriptive et de dessin à l'école d'artillerie de Douay.
(1) M. Ragot ; a été rencontré à l'Isle-de-France par M. Bailly.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Royer	Laurent	Auxonne	Côte-d'Or	Ponts et chaus.
Saint-Geneys	Fr.-Laur.-Scipion	Soyons	Ardèche	Retiré.
Testard	Ch.-Mathur.-Mar.	Lesneven	Finistère	Retiré.
Teissier	Jacques	Villerangue	Gard	Génie marit.
Tholozé	Henri-Alexis	Bouchain	Nord	Génie milit.
Toytot	Nic.-Hyac.-Phil	Dôle	Jura	Artillerie.
Trotyanne (1)	Louis-Marie-Jos.	Thionville	Moselle	Génie milit.
Treussart	Clément-Louis	Lorient	Morbihan	Génie milit.
Vandevelde	Ch.-Herman-Jos.	Dunkerque	Nord	Arts chimiq.
Viard	Cl.-Séb.-Dieud.	St.-Mihiel	Meuse	Artillerie
Virvaux	François.-Joseph	Gray	Haute-Saône	Génie milit.
Claston	Jean-Thomas	Equeurdreville	Manche	Retiré.
Duval	Etienne-Louis-J.-Baptiste	Laval	Mayenne	Artillerie.

Promotion de l'an 7.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Algoud	Séb.-Fréd.-Vict.	Dye	Drôme	Retiré.
Angellier	Jos-Jérôm.-Hil.	Amboise	Indre-et-Loire	Retiré.
Angenoust	Jean-Baptiste	Troyes	Aube	Artillerie.
Anglès	Jules-Jean-Bapt.	Grenoble	Isère	Retiré.
Archdéacon	Charles-Maurice	Dunkerque	Nord	Retiré.
Aribert	Jacq.-Jean-Ant.	Valbonnais	Isère	Retiré.
Aubert	François	Langres	Haute-Marne	Artillerie.
Aumont	Georges-Etienne	Rouen	Seine-Infér.	Artillerie.
Bailly	Humbert	Issoudun	Indre	Mort.
Barante	Am.-Guillaum.-Prosp.-Brugière	Riom	Puy-de-Dôme	Retiré. Retiré.
Bargignac	Jacques-Louis	Cozes	Chareute-Inf.	Retiré.
Beaussier	Joseph	Angers	Maine-et-Loire	Mines.
Bergère	Jean-Joseph	Poligny	Jura	Ponts et chaus.
Berthier	Pierre	Nemours	Seine-et-Marn.	Mines.
Binet (2)	Paul-René	Rennes	Ille-et-Villaine	Instruct. publ.
Bonnemère	Jacques-Clément	Saumur	Main.-et-Loire	Retiré.
Bonnet	Antoine	Marvejols	Lozère	Génie marit.
Boucher	Pierre-Hyacinthe	Bar-sur-Ornain	Meuse	Génie militaire.
Bourgeois	Denis-Augustin	Salins	Jura	Artillerie.
Boyer	Antoine	Valderiez	Tarn	Artillerie.
Brochet	Anne-Félix	Paris	Seine	Retiré.
Buhour	Jean-Bap.-Frédér.	Caen	Calvados	Marine milit.
Calmelet	Fr.-Mich.-Jacq.	Langres	Haute-Marne	Mines.
Carraud	François-Michel	Bourges	Cher	Artillerie.
Chapus	Nicolas	Cusset	Allier	Génie militaire.
Chauveau	Félix-Edouard	Poitiers	Vienne	Artillerie.
Chenin	Mar.-Jos.-Théod.	Clermont	Meuse	Marine milit.
Clémenson	Ferdin.-Fulgence	Tours	Indre-et-Loire	Retiré.
Clère	Jean-François	Poitiers	Vienne	Mines.

(1) M. Trotyanne; mort à l'expédition de St.-Domingue.
(2) M. Binet; professeur au lycée de Rennes.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Conny aîné	Jean-Bapt.-Marie	Lenax	Allier	Artillerie.
Conny jeune	Jean-Louis-Eléon.	Moulins	Allier	Artillerie.
Cosmao	Louis-Aimé	Brest	Finistère	Marine milit.
Cournault	Henri	Langres	Haute-Marne	Génie militaire.
Courtois	Nicolas-Georges	Nancy	Meurthe	Marine milit.
Dagoult	François-Augustin	Upaix	Hautes-Alpes	Artillerie.
Dale	Mich.-Fr.-Mar.-Antoine	Calais	Pas-de-Calais	Artillerie.
Delavigne	Louis	Clermont	Meuse	Génie milit.
Denis	François	Lunéville	Meurthe	Artillerie.
Depleurre	Ange-Charles	Paris	Seine	Retiré.
Derrien	Ant.-Andr.-Fr.-Marie	Quimper	Finistère	Retiré.
Desailly	Armand-Charles	Orléans	Loiret	Retiré.
Desnoyers	Benjam.-Magloire	Orléans	Loiret	Marine milit.
Desprez	Franç.-Alexandre	Amiens	Somme	Génie militaire.
Dessaux	Jean-Bern.-Mar.-Nicolas	Morlaix	Finistère	Instruct. publ.
Devillas	Claude-François	Aurillac	Cantal	Retiré.
Dubois Bellegarde (1)	Jean	Angoulême	Charente	Marine milit.
Duperron	Amand-Marie	Vitré	Ille-et-Villaine	Retiré.
Empereur	Pierre	Pontamousson	Meurthe	Génie militaire.
Errard	François	Neufchâteau	Vosges	Génie militaire.
Evain	Auguste-Joseph	Angers	Mayenne-et-L.	Artillerie.
Failly	Charles-Armand	Jametz	Meuse	Artillerie.
Foulquier	Jean-Bap.-Thérèse	Réalmont	Tarn	Artillerie
Frantin	Jean-Edme	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.
Froment	Arm.-Bern.-Ch.	Paris	Seine	Retiré
Gamond	Charles-Alexand.	Bruxelles	Dyle	Retiré.
Gantier	Louis-François	Nantes	Loire-Infér.	Instruct. publ.
Gardel	Pierre-Guillaume	Carcassonne	Aude	Artillerie.
Gaudin	Antoine-Pierre	Nantes	Loire-Infér.	Artillerie.
Gaultier	Louis	Tours	Indre-et-Loire	Retiré.
Gérard	Alexandre-Sébast.	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Gleizes	Jos.-Marie-Ann.-Jean-Ant.-Aug.	Dourgne	Tarn	Génie militaire.
Godineau	Henri-François	Mer	Loir-et-Cher	Retiré.
Goujon	Denis-Louis	Paris	Seine	Retiré.
Grenouilleau	Jean-Pierre	Montauban.	Lot	Retiré.
Gresset (2)	Jean-Charl.-Alex.	Amiens	Somme	Arts chimiques.
Guerrier	J.-Bapt.-Pierre-Alexand.-Fr.	Metz	Moselle	Artillerie.
Guéry	Joseph	Pontamousson	Meurthe	Génie militaire.
Guillet	J.-J.-Claud.-Vict.	La Guillotière	Rhône	Artillerie.
Guiraud	Raim.-Marc-Ant.	Limoux	Aude	Génie militaire.
Henraux	Jean-Bapt.-Xav.	Sedan	Ardennes	Artillerie.

(1) M. Dubois-Bellegarde; blessé au combat de la Bayonnoise, le 5 frimaire an 12, Cap-Finistère.
(2) M. Gresset, neveu du poète de ce nom.

*

Nom.	Prénoms.	Lieu de Naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Hersart	Toussaint-René	Morlaix	Finistère.	Génie militaire.
Houssart	Julien	Coucy	Aisne	Marine milit.
Janin	Etienne-Fulgence	Tours	Indre-et-Loire	Troupes de l.
Jaulte	Jean-Pierre-Mar.	Paris	Seine	Artillerie.
Jeannest-Lanoue	Adrien-Hippolyte	St.-Florentin	Yonne	Retiré.
Jellé	Fr.-Louis-Joseph	Sierenz	Haut-Rhin	Génie militaire.
Joucerand	Hip.-Mar.-Gab.-André	Biotord	Haute-Loire	Génie militaire.
Kmaingant	Mathurin-Franç.	Tréguier	Côtes-du-Nord	Ponts et chaus.
Laguette	Jul.-Fréd.-Am.-Eugène	Sontonax	Ain	Artillerie.
Lamy	Armand-François	Rennes.	Ille-et-Vilaine	Génie militaire.
Lasnon	Félix-Aimé	Estouteville	Seine-Infér.	Artillerie.
Lebreton	Hip.-Claude-L.-Franç.-Alex.	Bellesme	Orne	Artillerie.
Ledoux (1)	Adrien-Nicolas	Metz	Moselle	Artillerie.
Legoarant	Benj.-Oliv.-L.-Guill.-Marie	Gourin	Morbihan	Génie militaire.
Leharivel (2)	Anne-Jean-Louis	Nanterre	Seine	Génie marit.
Lepicard	Alexand.-Franç.	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Lequesne	Anne	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Letourneur	Louis-Eug.-Félic.	Montrouge	Seine	Artillerie.
Loison	Pier.-Guil.-Henri	Boulogne	Pas-de-Calais	Retiré.
Mabru (3)	Claude	Clermont	Puy-de-Dôme	Artillerie.
Maillard	Em.-Louis-Henri	Paris	Seine	Génie milit.
Mancel	Auguste-Alexand.	Calais	Pas-de-Calais	Retiré. comm.
Manguin	Théophile-René	Ballon	Sarthe	Artillerie.
Mante	And.-Gabr.-Fort.	Tullins	Isère	Retiré.
Maraldi	Jacq.-Fr.-Philip.	Bordighera	Alpes-Marit.	Ponts et chaus.
Marignan	Jean-Fr.-Seissan	Auch	Gers	Génie milit.
Marion	Jean	Nantes	Loire-Infér.	Génie milit.
Mary-Vallée (4)	Armand-Constant	Evreux	Eure	Instru t publ.
Masquelez	Fr.-Augustin-Jos.	Lille	Nord	Génie marit.
Masson	Jean-Alex.-Marie	Paris	Seine	Retiré.
Migneron	Pierre-Henri	Paris	Seine	Mines.
Mitiffiot	Antoine-André	Vienne.	Isère	Génie milit.
Moisson	Luce-Ch.-Bern.	Bellengreville	Calvados	Artillerie.
Monval aîné	Ch.-Ant.-Auguste	Grenoble	Isère	Artillerie.
Monval jeune	Alex.-Ch.-Aug.	Grenoble	Isère	Génie milit.
Mossé	Abraham-Gabriel	Carpentras	Vaucluse	Ponts et chaus.
Nielly	Alex.-J.-Bapt.-Fr.-Eugène	Nantes	Loire-Infér.	Retiré.
Pache	Jean	Paris	Seine	Artillerie.

(1) M. Ledoux ; mort à l'expédition de St.-Domingue.
(2) M. Leharivel ; Voyez, sur la construction des chaloupes canonnières des chantiers de Paris, la Correspondance. n. 3, p. 9 et 10.
(3) M. Mabru ; a enrichi le cabinet de minéralogie de l'École de plusieurs productions du Puy-de-Dôme; il y a placé dès l'an 10, sous la dénomination de spath calcaire pesant, une substance que M. Lermina reconnut dès lors pour être une veritable arragonite envoyee depuis en superbes cristaux par M. Lacoste, de Plaisance
(4) M. Mary-Vallée ; professeur au lycée de Caen. Voyez la Correspondance, n°. 2, pag. 39.

Nom.	Prénoms.	Lieu de Naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Paringault	Charl.-Jos.-Gab.	Mézières près Moy	Aisne	Retiré.
Patris	Paul-Etienne	Rodez	Aveyron	Génie milit.
Paulin	Jules-Antoine	Sorèze	Tarn	Génie milit.
Périer	Claude	Mâcon	Saone-et-Loire	Mort.
Périer	Camille-Joseph	Grenoble	Isère	Mines.
Perrin	Anne-Elis.-Lazare	Dôle	Jura	Artillerie.
Peschart	Louis-Ch.-Ambr.	Bar-sur-Ornain	Meuse	Retiré.
Picapere	François-Etienne	St.-Afrique	Aveyron	Génie milit.
Poisson (1)	Siméon-Denis	Pithiviers	Loiret	Instruct. publ.
Richard	Claude	Longeville-lès-St.-Avold	Moselle	Artillerie.
Riencourt	Roger-Ph.-Marie-Adrien	Chambron	Somme	Génie militaire.
Rigaux	Jean-Nic.-Alex.	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Ripoud-Lasalle	François-Aimé	Moulins	Allier	Génie milit.
Rochat	Jean-Nicolas	Joui près Metz	Moselle	Marine milit.
Roux	Jean-Joseph	Annecy	Mont-Blanc	Mort.
Saint-Genest	Louis-Courbon	St.-Chamond	Loire	Retiré.
Saudrais	René-Baptist.-Jos.	Pontorson	Manche	Troupes de l.
Saulnier	Bonnavent.-Math.	Port-Brieux	Côtes-du-Nord	Retiré.
Ségur (2)	Oct.-Gab.-Henri	Paris	Seine	Littérat. et arts
Sinard	Félix-Fr.-Marie	Grenoble	Isère	Retiré.
Sorel	Pierre-Fr.-Germ.	Tréauville	Manche	Artillerie
Teullié	Pierre	Figeac	Lot	Génie militaire.
Thomas	Charles	Soissons	Aisne	Retiré.
Thomas	Nicolas-Armand	Rouen	Seine-Infér.	Artillerie.
Thuillier	Bapt.-René-Beny	Rennes	Ille-et-Villaine	Génie militaire.
Tirant	Nicolas-Marie	Langres	Haute-Marne	Artillerie.
Tourneux	Jean-François	Brabant	Meuse	Ponts et chaus.
Valazé	Eléon-Anne-Chr.-Zoa	Essay	Orne	Génie militaire.
Vallantin	Louis-J.-Baptiste	Toulon	Var	Génie militaire.
Varenne	Jean-Ch.-Bénigne	Paris	Seine	Retiré.
Vasse (3)	Arm.-Tho.-Geor.-Charles	Rouen	Seine-Infér.	Instruct. publ.
Vauvilliers	Ch.-Chr.-Const.	St.-Chéron	Seine-et-Oise	Ponts et chaus.
Vezian	Joseph-Stan.-Scip.	Joyeuse	Ardeche	Artillerie.
Viard (4)	Pierre-Stanislas	Le Hâvre	Seine-infér.	Troupes de l.
Vincent	Gasp.-Al.-Barth.-François-Gab.	Trévoux	Ain	Retiré.

(1) M. Poisson ; instituteur d'analyse à l'Ecole polytechnique. Voyez la Correspondance, n. 1, pag 3 ; n. 3, p. 52 et suivantes.
(2) M. Ségur ; auteur de plusieurs ouvrages, entr'autres, de celui intitulé ; Flore des jeunes personnes, ou Lettres elémentaires sur la botanique.
(3) M. Vasse ; professeur au lycee de Marseille.
(4) M. Viard ; dirige une manufacture de coton à l'Ile-Bonne près Bolbec, 500 ouvriers.

Promotion de l'an 8.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Amaury	Laurent-Pierre	Blois	Loir-et-Cher	Ponts et chaus.
Aubert Vincelles	Amédée-Louis	Quimper	Finistère	Ponts et chaus.
Beaufils	Jean-James	Paris	Seine	Mort.
Bergerot	Louis-Mar.-Alph.	Paris	Seine	Retiré.
Bernard	Marie-Joseph	Montiers	Mont-Blanc	Retiré.
Berthier	Fr.-Gilbert-Ant.	Lyon	Rhône	Marine milit.
Besson	Louis-Edouard	Dijon	Côte-d'Or	Retiré.
Billot	Ant.-Fr.-Aimé	Besançon	Doubs	Génie militaire.
Blanchemain	Laurent-Louis	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Blaux	Antoine-Louis	Neunkirch	Moselle	Artillerie.
Bobony	Ange-Marie-Fr.	Ploermel	Morbihan	Retiré.
Bonneau	Félix-Mathieu	Jouarre	Seine-et-Marne	Artillerie.
Bougainville (1)	Hyac.-Yves-Phil.-Potentien	Brest	Finistère	Marine milit.
Boulangé	Pierre-Sigisbert	Nancy	Meurthe	Génie militaire.
Bourdin	Hyppolit.-Jacques	St.-Paul-de-Léon	Finistère	Marine milit.
Bourgeois	Hubert	Mézières	Ardennes	Artillerie.
Brigeat	Alexandre-Hyac.	Ligny	Meuse	Marine milit.
Brillantais	L.-Mar.-Marion	Port-Malo	Ille-et-Villaine	Retiré.
Brolemann	Jean-Georges	Giromagny	Haut-Rhin	Marine milit.
Bruel	J.-Pierre-Philippe	Ambialet	Tarn	Artillerie.
Brun	Joseph-Antoine	Chambéry	Mont Blanc	Retiré.
Buvée	Antoine-Christop.	Gemeaux	Côte-d'Or	Artillerie.
Catoire (2)	J.-B.-Henr.-Mar.	Château-Salins	Meurthe	Commerce.
Charbaut	Pierre-Antoine	Fère Champen.	Marne	Marine milit.
Charvet	Marc.-J.-Baptiste	Grenoble	Isère	Retiré.
Chausenque	Vincent	Gontaud	Lot-et-Garon.	Génie milit.
Chauvaux	Alex.-Jos.-Célest.	Mons	Jemmapes	Marine milit.
Chazelles	Laurent	Metz	Moselle	Artillerie.
Christin	Antoine-Gabriel	St.-Claude	Jura	Génie militaire.
Clémencerie	René-François	Ernée	Mayenne	Artillerie.
Clóreau	Thomas-Ulysse	Montargis	Loiret	Artillerie.
Clermont-Tonnère (3)	Aimé-Mar.-Gasp.	Paris	Seine	Artillerie.
Collin	Jean-Bapt.-Marie	Remilly	Ardennes	Marine milit.
Colson	Nicolas-Joseph	St.-Aubin	Meuse	Artillerie.
Courbayre	J.-Bapt.-Antoine	Solignat	Puy-de-Dôme	Génie milit.
Cuzey	Antoine-Porphire	Singly	Ardennes	Mort.
Dabzac	Jean	Périgueux	Dordogne	Retiré.
Daullé	Pierre-Mar.-Jos.	Wamin	Pas-de-Calais	Génie militaire.
Dejort	Rich.-Jean-Bapt.	Caen	Calvados	Retiré.
Delaunay	Louis-Aimé	Rennes	Ille-et-Villaine	Retiré.
Delesvaux	Antoine	Gannat	Allier	Artillerie.
D[illegible]ux	Alexandre-Joseph	Dunkerque	Nord	Ponts et chaus.
D[illegible]rteau	Jacques-Antoine	Paris	Seine	Génie maritim.

(1) M. Bougainville; de l'expédition du capitaine Baudin.
(2) M. Catoire; a été rencontré à l'Ile-de-France par M. Bailly.
(8) M. Clermont-Tonnerre; aide de camp du général Dumas, chef de l'état major du camp de Bruges.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Demurat	Jean-Antoine	Menet	Cantal	Retiré.
Desjobert	Jean-Bapt.-Gilb.-Edouard	Châteauroux	Indre	Artillerie.
Desmarest	Charles-Leges	Paris	Seine	Génie maritim.
Desson	Michel-Anne-Fr.	St.-Aignan	Sarthe	Retiré.
Doulcet	Aug.-J.-B.-Louis	Paris	Seine	Artillerie.
Duboys	René-François	Rennes	Ille-et-Villaine	Mort.
Dubranle-Lagrange	Jean-François	La Souterraine	Creuse	Génie milit.
Dufresnay	Pierre	Chartres	Eure-et-Loir	Génie milit.
Duliepvre	Louis	Tours	Indre-et-Loire	Artillerie.
Dupin	Jean-Bapt.-Félix	Damazan	Lot-et-Garon.	Retiré.
Duval	Auguste-Michel	Paris	Seine	Retiré.
Estevou	Bernard-Hyppolite	Tours	Indre-et-Loire	Artillerie.
Fabre-d'Eglantine	Louis-Théod.-Jul. Vincent	Maëstricht	Meuse-Infér.	Génie marit.
Gennet	Nicolas-Stanislas	Poitiers	Vienne	Retiré.
Genot	Benoit-Placide	Dijon	Côte-d'Or	Génie milit.
Goujon	Alexandre-Marie	Port-Malo	Ille-et-Villaine	Artillerie.
Gourgaud	Gaspard	Versailles	Seine-et-Oise	Artillerie.
Goussard	François-Alexis	Paris	Seine	Génie milit.
Greau	Nicolas-J.-Julien	Troyes	Aube	Artillerie.
Gresset	Alex.-Jos. Marie	Amiens	Somme	Artillerie.
Guyon	L.-Geof.-Théod.	Villenauxe	Aube	Marine milit.
Hautpoul	Mar.-Const.-Fid.-Henri-Amant	Lasbordes	Aude.	Artillerie.
Henri	Antoine	Longwy	Moselle	Mort.
Herbin	Jacques	Paris	Seine	Retiré.
Huot	Pierre-Ant.-Vict.	Bourmont	Haute-Marne	Artillerie.
Julhe	Louis	Aurillac	Cantal	Retiré.
Lamblardie	Antoine-Elie	Dieppe	Seine-Infér.	Ponts et chaus.
Larminat	Alexandre	Verdun	Meuse	Artillerie.
Laulhé	Jean	Bayonne	Basses-Pyrén.	Retiré.
Lebeschu	Victor-René	Fougères	Ille-et-Villaine	Génie milit.
Leboul	Michel-Christ.-J.	Lavardin	Sarthe	Artillerie.
Lebouvier	Joseph-Evremont	Rouen	Seine-Infér.	Artillerie.
Lecoursonnois	Fr.-Mar.-Théoph.	Poullaouen	Finistère	Artillerie.
Ledenmat	Philippe-François	Morlaix	Finistère	Retiré.
Lefrançois (1)	Frédéric-Louis	Paris	Seine	Artillerie.
Lelièvre	J.-Louis-Auguste	Châteaulin	Finistère	Retiré.
Lempereur	Charles-Pierre	Nantes	Loire-Infér.	Troupes de l.
Lespagnol	Philibert	Rheims	Marne	Marine milit.
Lévêque	Pierre-J.-Baptiste	Nantes	Loire-Infér.	Génie milit.
Lockhart	Charles-François	Valenciennes	Nord	Retiré.
Lutz	Jean-Jacques	Strasbourg	Bas-Rhin	Mort.
Magdelaine	Augustin	Dôle	Jura	Ponts et chaus.
Magnyer	Louis	Paris	Seine	Retiré.

(1) M. Lefrançois; auteur d'un Essai sur les courbes du deuxième degré et d'un Mémoire sur la Gnomonique, imprimé dans le n. 11 du Journal de l'École. Voyez la Correspondance, pag. 30.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Marchal	J.-Bapt.-Joseph	Luneville	Meurthe	Retiré.
Marestier (1)	Jean-Baptiste	St.-Servan	Ille-et-Villaine	Génie marit.
Maublanc	Auge-Gasp.-René	Rennes	Ille-et-Villaine	Génie milit.
Michaux	Louis-Antoine	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Mollet	Antoine	Le Mans	Sarthe	Retiré.
Montluisant	Ch.-Laur.-Joseph	Montelimart	Drôme	Ponts et chaus.
Noël	Anne-Fr.-Michel	Savonnière-près Bar	Meuse	Ponts et chaus.
Obrien	Jean-Paul-Patrice	Bourg	Ain	Ponts et chaus.
Oudin	Charles-Joseph	Briey	Moselle	Artillerie.
Oustalot	Joseph-Charles	Auch	Gers	Retiré.
Paillart	Jacq.-Charles-Et.	Chartres	Eure-et-Loir	Génie milit.
Partiot	J.-Bapt.-Joseph	Beauvais	Oise	Ponts et chaus.
Pastoureau	J.-Bapt.-Marie	Nontron	Dordogne	Artillerie.
Picot – Lapeyrouse	Hyac.-J.-Stanislas	Toulouse	Haute-Garonne	Marine milit.
Pihet	Guy-Martin	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Plazanet	Annet-J.-Baptiste	Versailles	Seine-et-Oise	Génie milit.
Pourrat	Pierre-Mathias	Ambert	Puy-de-Dôme	Retiré.
Pradal	Joseph-André-J.-Baptiste-Louis	Marseillan	Hérault	Ponts et chaus.
Rabajoie (2)	Louis	Paris	Seine	Marine milit.
Ransonnet (3)	Bapt.-Barth.-Gust.	Liége	Ourthe	Marine milit.
Rayon	Claude-Jos.-Den.	Paris	Seine	Troupes de l.
Repecaud	Claude-Fr.-Mar.	Besançon	Doubs	Génie milit.
Rigaud	Louis	Paris	Seine	Retiré.
Riollay	Gaspard-René	Rennes	Ille-et-Villaine	Gén. milit.
Rogier	Mar.-And.-Henri	Rheims	Marne	Retiré.
Rouey	Nic.-J.-B.-Louis	Autruche	Ardennes	Marine milit.
Ruty	Fr.-Joseph-Marie	Grozon	Jura	Artillerie.
Sanlot	Ad.-Gust.-Thiéb.	Paris	Seine	Admin. publ.
Sansonetti	Marie-Et.-Nicol.-Pierre-Marc	Nancy	Meurthe	Marine milit.
Sevestre	Mathur.-René-Jos.	Rennes	Ille-et-Villaine	Marine milit.
Soalhat	Claude	Riom	Puy-de-Dôme	Gén. milit.
Tascher	J.-Samuel-Ferd.	Orléans	Loiret	Retiré.
Thomassin	Pierre-Ch.-Omer	Steenvoorde	Nord	Retiré.
Thomassin	François-Daniel	Gesiers	Haute-Saône	Génie milit.
Trémeau	Henri-Léger	Paris	Seine	Retiré.
Trémiolles	Ch.-Henri-Ant.-Imbert	Clermont	Puy-de-Dôme	Génie milit.
Vandenzande	Ferd.-Lamb.-Jos.	Bruxelles	Dyle	Admin. publ. Douanes.
Vesian	Anne-François.	Crest	Drôme	Génie milit.
Weyler	Ant.-Louis-Daniel	Paris	Seine	Marine milit.

(1) M. MARESTIER ; a été employe à la construction des chaloupes canonnières à Paris. Voyez la Correspondance, n. 1, pag. 10.

(2) M. RABAJOIE ; aspirant de première classe, tué sur le vaisseau le DUGAY-TROUIN. Voyez le Moniteur du 2 ventôse an 12.

(3) M. RANSONNET ; de l'expédition du capitaine Baudin, revenu enseigne de vaisseau. Son frère (Gustave) aussi fils du général de ce nom et eleve de l'Ecole polytechnique, est revenu de l'expédition de St.-Domingue, après avoir été longtems prisonnier chez les Anglais. Voyez le CITOYEN FRANÇAIS, du 13 floréal an 12.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
		Promotion de l'an 9.		
Alexandre	Charles-Robert	Lyon – près – Caen	Calvados	Génie marit.
Alis	Baltaz.-Et.-Math.	Grenoble	Isère	Artillerie.
Arrachart (1)	Maur.-Louis.-Jos.	Arras	Pas-de-Calais	Ponts et chaus.
Basset aîné	Claude-Simon	Lyon	Rhône	Mines.
Basset jeune	Anne-Léon.-Cam.	Lyon	Rhône	Ponts et chaus.
Bergeron	Pierre	St. - Pierre-Le-Moutier	Nièvre	Retiré.
Boisbertrand (2)	Etienne	Ledorat	Haute-Vienne	Instruct. publ.
Bongarel	François-Antoine	Moulins	Allier	Retiré.
Bret	Jean-Jacques	Mercurol	Drôme	Retiré.
Butor	Alexand.-J.-Jacq.-Cyprien	Boulogne	Pas-de-Calais	Génie milit.
Cahouet	Jean-François	Omonville-La-roque	Manche	Artillerie.
Chenin	Jean-Baptiste	Clermont	Meuse	Artillerie.
Clavière	Joseph	Pierrefort	Cantal	Marine milit,
Cocud	Fr.-Ildephonse-Jos.-Luce	Douay	Nord	Retiré.
Conrad	Philippe-Henri	Seltz	Bas-Rhin	Ponts et chaus.
Crozet	Louis-Jos.-Math.	Grenoble	Isère	Ponts et chaus.
Dartonne	Antoine-René	Gien	Loiret	Troupes de l.
Debussi	Joseph-Augustin	Rouvrel	Somme	Artillerie.
Derrion	Antoine-Marie	Lyon	Rhône	Artillerie.
Desjobert	Charles	Paris	Seine	Retiré.
Dor	Lazare-Jos.-Aimé	Marseille	Bouch-du-Rh.	Ponts et chaus.
Douzon	Paul-François	Gondelour	Inde	Artillerie.
Dumont	Louis-Marie-Aug.	Douay	Nord	Retiré.
Even	Claude	Rennes	Ile-et-Vilaine	Artillerie.
Faure	Izaac-Pierre	Orpierre	Hautes-Alpes	Retiré.
Feydeau	Claude-Ch.-Henr.	Paris	Seine	Retiré.
François	Louis-Joseph	Dieuze	Meurthe	Marine milit.
Gagnières	Pierre-Joachim	St.-Vallier	Drôme	Retiré.
Garreau	Jacques-Alexand.	Machecoul	Loire-Infér.	Marine milit.
Gigounous-Verdon	Antoine	Capdrot	Dordogne	Génie militaire.
Grétry	Jean-Jos.-Alexis	Gand	Escaut	Ponts et chaus.
Gueniveau	André	Saumur	Maine-et-Loire	Mines.
Guibal (3)	Charles-François	Luneville	Meurthe	Instruct. publ.
Hurtrelle	J.-Marie-Simon	Rouen	Seine-Infér.	Ponts et chaus.
Huz	Jean-Baptiste	Mézières	Ardennes	Génie militaire.
Hirigoyty	Jos.-Marie-Tadée	Madrid	Espagne	Retiré.

(1) M. ARRACHART ; mort récemment dans le sein de sa famille.

(2) M. BOISBERTRAND ; professeur de mathématiques dans plusieurs maisons d'éducation de Paris, entr'autres, à l'Ecole polymathique

(3) M. GUIBAL ; professeur de géométrie descriptive et de dessin à l'ecole d'artillerie de Valence.

NOM.	PRÉNOMS.	LIEU DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENT.	SORT DE L'ÉCOLE.
Jaquiné	Jean-Joseph	Rambervilers	Vosges	Ponts et chaus.
Laffitte	François-Thomas	Aire	Landes	Artillerie.
Lagarde	Franç.-Toussaint	Riom	Puy-de-Dôme	Génie milit.
Laporte	Arnaud-Auguste	Paris	Seine	Artillerie.
Lambert	Louis-Jos.-Aimé	Rothois	Oise	Génie militaire.
Lambrecht	Amand-Auguste	Bergues	Nord	Génie marit.
Lavillette	Claude	Langres	Haute-Marne	Artillerie.
Lebascle	Hyppol.-L.-René Charles	Paris	Seine	Retiré.
Leborgne	Charles-Fidèle	Morlaix	Finistère	Artillerie.
Legrand	L.-Mar.-Eugène	Plouenant	Finistère	Artillerie.
Lemut	J.-B.-Denis-Fr.	Lachâtre	Indre	Génie militaire.
Letounelier-Breteuil	Achille-Ch.-Stan. Emile	Paris	Seine	Retiré.
Levavasseur	René-L.-Octave	Breteuil	Oise	Artillerie.
Maleteste	J.-Joseph-Louis	Paris	Seine	Administ. publ. Diplomatie.
Martin	Jean-Baptiste	Salles	Aude	Marine milit.
Mathieu (1)	J.-François-Jacq.-Casimir	Veynes	Hautes-Alpes	Instruct. publ.
Merlis	Adr.-Sicaire-Ch.	Rochechouart	Haute-Vienne	Génie milit.
Miége	Jean-Claude	Grenoble	Isère	Marine milit.
Normand	Pierre-Fr.-Hubert	Montfort-Lamaury	Seine-et-Oise	Artillerie.
Novion	Jean-Bernard	Port-Margot	St.-Domingue	Retiré.
Paris	François-Jacques	Caen	Calvados	Artillerie.
Parnajon	Firmin-Claude	Bourges	Cher	Génie militaire.
Pierre	Jean-Nicolas	Metz	Moselle	Marine milit.
Plana (2)	Jean-Ant.-Amédée	Voghera	Marengo	Instruct. publ.
Pommard (3)	Achille-Cés.-Ch.	Paris	Seine	Admin. publ.
Provost	Jean-Louis	Paris	Seine	Arts. Architec.
Quemizet	Nic.-Théod.-Aug.	Gisors	Eure	Artillerie.
Reboul	Claude-Marcel	Paris	Seine	Retiré.
Regnart	Nicolas-Louis	Rheims	Marne	Retiré.
Reguis	François-Etienne	Sisteron	Basses-Alpes	Artillerie.
Royou	Fréd.-Fr.-Marie	Pont-l'Abbé	Finistère	Génie marit.
Saint-Hillier	Pierre-Louis	Rheims	Marne	Génie milit.
Salleton	Pierre-Val.-Julien	Périgueux	Dordogne	Génie milit.
Soleirol	Joseph-François	Verdun	Meuse	Génie milit.
Tinseau	Ant.-Marie-Nicol.	Besançon	Doubs	Génie milit.
Trailin	Jean	Sedan	Ardennes	Gén. militaire.
Tugnot	Charles-Antoine	Gray	Haute-Saône	Artillerie.
Vallée	Louis-Léger	Sèvres	Seine-et-Oise	Ponts et chaus.
Vidalin	Antoine-François	Moulins	Allier	Marine milit.

(1) M. MATHIEU ; répétiteur de mathématiques à l'école d'artillerie de Turin.
(2) M. PLANA ; professeur à l'école d'artillerie de Turin.
(3) M. POMMARD ; auditeur au conseil d'état, section des finances.

Promotion de l'an 10.

NOM.	PRÉNOMS.	LIEU DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENT.	SORTIE DE L'ÉCOLE.
Abrial	Raimond-Benjam.	Dourgne	Tarn	Ponts et chaus.
Armey	Jean-Baptiste	Paris	Seine	Retiré.
Augoyat	Antoine-Marie	Mâcon	Saône-et-Loire	Gén. milit.
Bagnac	Henri-Gaston-Fr.	Saint-Bonet	Haute-Vienne	Ponts et chaus.
Banse	Arnœil-Fr.-Louis-Alexandre	Périers	Manche	Artillerie.
Barrillot	Jean-Fr.-Sébast.	Charin	Nièvre	Artillerie.
Barrin	J.-Jacques-Henri	Vienne	Isère	Artillerie.
Barthélemy	Ambroise-Louis	Metz	Moselle	Génie militaire.
Baudin	Marie-Jos.-Ant.	Sommeille	Meuse	Artillerie.
Béranger	Amable-Alexand.	Montargis	Loiret	Artillerie.
Bidaux	Auguste-Etienne	Paris	Seine	Retiré.
Bitsch	Jean-Augustin	Toul	Meurthe	Génie maritim.
Blondeau	Claude-Joseph	Besançon	Doubs	Mort.
Bosquillon	Edouard-L.-Marie	Moudidier	Somme	Ponts et chaus.
Boucher Morlaincourt	Hubert	Bar-sur-Ornain	Meuse	Artillerie.
Bourgeois	Jacques-Joseph	Meurville	Aube	Artillerie.
Bourin	Victor	Châteauroux	Indre	Artillerie.
Boyer	J.-Bapt.-Joseph	Paris	Seine	Génie militaire.
Brégeon	Julien-Joseph	Auray	Morbihan	Ponts et chaus.
Brière	Alexandre-Fr.	St.-Chéron	Seine-et-Oise	Ponts et chaus.
Brocard	Marc-Et.-Léon	Pontarlier	Doubs	Artillerie
Cabasset	Claude-François	Buthier	Haute-Saône	Artillerie.
Casabianca	Pierre-Fr.-Vinc.-Antoine	Vescovato	Golo	Artillerie.
Casse	Luc-Ant.-Jean-Joseph	Montpezat	Lot-et-Garon.	Artillerie.
Clerget-St.-Léger	Claude-Ant.-Jos.	Poligny	Jura	Artillerie.
Daguin	Elie-Constant	Langres	Haute-Marne	Retiré.
Dalesme (1)	Jean	St.-Laurent-du-Manoir	Dordogne	Retiré.
Daniel	Pierre-Félix	Rheims	Marne	Génie marit.
Dechambray	Georges	Paris	Seine	Artillerie
Dejort	Thomas-L.-Alex.	Caen	Calvados	Artillerie.
Dru	Mich.-Pier.-Henri	Hartenne	Aisne	Ponts et chaus.
Ducros	Joseph	Marsenne	Drôme	Artillerie.
Dulong	Pierre-Louis	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Dupin (2)	Pierre-Ch.-Fr.	Varzy	Nièvre	Génie maritim.
Durbach	Joseph-Léopold	Thionville	Moselle	Artillerie.
Eggerlé	Jean-Jacq.-Adam-Hyac.-Gabriel	Colmar	Haut-Rhin	Artillerie.
Emmery	Henri-Nicolas	Calais	Pas-de-Calais	Retiré.
Etchegoyen	Martin	Hasparren	Basses-Pyrén.	Artillerie

(1) M. DALESME ; est mort en Portugal.
(2) DUPIN ; auteur d'un Mémoire sur la géométrie. V. la Correspondance n. 1, p. 8.

Nom.	Prénoms	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Fabre	Jacq.-Alexandre	Tourrettes	Var	Ponts et chaus.
Fontaine	Jacques-Alexis	Versailles	Seine-et-Oise	Artillerie.
Foucauld	Valent.-Aug.-Jos.	Lembrac	Dordogne	Ponts et chaus.
Foucauld	Joseph-Jules	Lubersac	Corrèze	Génie milit.
Foucault	Camille-Louis	Metz	Moselle	Artillerie.
Furgaud	Jean-Baptiste	Aubusson	Creuse	Mines.
Gardeur - Le-brun	J.-Bapt.-Christine	Metz	Moselle	Ponts et chaus.
Gastellier	Adrien-Louis	Paris	Seine	Arts. Dessin
Geffroy	René-Marie	St.-Servan	Ille-et-Villaine	Artillerie.
Girard	André-Charles	Paris	Seine	Artillerie.
Girardin	J.-Bapt.-Alexis	Baume	Doubs	Génie milit.
Gosselin	Nicolas-Bruno	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Grandin (1)	Jacq.-Pierre-Mic.	Elbeuf	Seine-Infér.	Mort.
Grigny	Etienne-François	St.-Pierre-les-Calais	Pas-de-Calais	Retiré.
Grojean	Louis-Marie	Châlons	Marne	Artillerie.
Guillaume	Claude-Henri-Fr.	Paris	Seine	Artillerie.
Guillemard	Jean-François	Nancy	Meurthe	Artillerie.
Hinard	Martin-Antoine	Agnetz	Oise	Artillerie.
Hoyau	Louis-Charles	Chartres	Eure et Loir	Retiré.
Hua	Pierre-Ch.-Eust.	Nogent-Roule-bois	Eure et Loir	Artillerie.
Jamet	Augustin-Thomas	Paris	Seine	Artillerie.
Jaubert	Fr.-J.-Joseph-L.	Aix	Bouch.-du-Rh.	Artillerie.
Javerzat	Charles-Antoine	Larochelle	Charente-Inf.	Artillerie.
Lecaron	Toussaint	Beauvais	Oise	Génie milit.
Leclerc	Marie-Joseph	Blamont	Meurthe	Artillerie.
Lecomte	Jean-Michel	Caen	Calvados	Artillerie.
Lefaivre	J.-Bapt.-Marie	Mézières	Ardennes	Génie milit.
Lefebvre	Jacq.-Max.-Arm.	Falaise	Calvados	Artillerie.
Lefebvre	Charles-Clément	Abbeville	Somme	Artillerie.
Lejoyand	Antoine-Nicolas	Fresnes	Haute-Marne	Artillerie.
Lemoyne	Améd.-Ferd.-Honoré-Marie	Rochefort	Charente-Infér.	Génie marit.
Lenternier	François-Marie	Solgne	Moselle	Génie milit.
Léonard	Guillaume-Aug.	Airel	Manche	Ponts et chaus.
Lepord (2)	Fr.-René-Jean	Rennes	Ille-et-Villaine	Instruct. publ.
Livet (3)	Jean-Joachim	Morlaix	Finistère	Instruct. publ.
Martin	René	Angers	Mayenne-et-L.	Artillerie.
Masquelez	Louis-Joseph	Lille	Nord	Ponts et chaus.
Masson	Augustin-Etienne	Grosbois	Côte-d'Or	Ponts et chaus.
Masson	Jacq.-Ph.-J.-B.-Cl.-Fr.-Valéry	Besançon	Doubs	Artillerie
Mialhe	Jacq.-L.-Marie-Anne	Mascabardes	Aude	Ponts et chaus.

(1) M. Grandin; est mort, sur le point d'être admis aux ponts et chaussées; Il connoissoit bien la minéralogie, et a découvert dans les environs de Paris quelques substances que l'on n'y avoit pas encore trouvées.
(2) M. Lepord; professeur de mathématiques à l'école d'artillerie de Rennes.
(3) M. Livet; répétiteur d'analyse à l'École polytechnique. Voyez la Correspondance, n. 2, pag. 28, et n. 3, pag. 64.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Miquel	Pierre-L.-Marie	L'Ile-du-Tarn	Tarn	Artillerie.
Moret	J.-Marie-François	Tonnerre	Yonne	Artillerie.
Ocher	Edouard	Sables-d'Olon.	Vendée	Génie militaire.
Oudet	Jean-François	Maynal	Jura	Marine milit.
Paixhans	Henri-Joseph	Metz	Moselle	Artillerie.
Parrizot	Ch.-Louis-Marie	Paris	Seine	Artillerie.
Payan	Jean-Mémie	Grenoble	Isère	Artillerie.
Perroy	J.-B.-Charles	St.-Germain-Lespinasse	Loire	Génie maritim.
Pion	Edme-Charles	Montbard	Côte-d'Or	Ponts et chaus.
Plessis	Julien-Olive	Larochelle	Charente-Inf.	Ponts et chaus.
Potel	Alex.-J.-Pierre	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Prévost	J.-Mich.-Marie	Clermont	Puy-de-Dôme	Génie maritim.
Quilliard	Léon	Aubepierre	Haute-Marne	Génie militaire.
Raillard - Grandvelle	Ch.-Alex.-Marie Louis	Paris	Seine	Marine milit.
Reboulh	Jacques-Paul	Carcassonne	Aude	Gén. milit.
Rigues	Mar.-Christ.-Aug.	Toulouse	Haute-Garonn.	Artillerie.
Robillard	Alexis-Hubert	Evreux	Eure	Ponts et chaus.
Romestin	Pierre-Mar.-God.	Toulouse	Haute-Garonne	Artillerie.
Royer	Louis-Hubert	Mezières	Ardennes	Artillerie.
Saint-Aubin	Ant.-Hyppolyte	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Segond (1)	Anne-Jos.-David	Le Beausset	Var	Génie milit.
Terquem (2)	Olry	Metz	Moselle	Instruct. publ.
Teysseyrre (3)	Jér.-Ant.-Paul-Émile	Grenoble	Isère	Ponts et chaus.
Thiébault	Jean-Gabriel	Montmédy	Meuse	Génie milit.
Tuleu	J.-Gabriel-Victor	Agde	Hérault	Mines.
Vauthier	Pierre	Boulogne	Seine	Ponts et chaus.
Vauvilliers	Louis.-Henr.-Chr.	St.-Chéron	Seine et Oise	Génie militaire.
Vigoureux	J.-Joseph-Pierre	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Vivier	J.-Ant.-M.-Borrel	Laurabuc	Aude	Génie militaire.

Elèves d'Egypte.

Brue	Jean-Baptiste	Laciotat	Bouch.-du-Rh.	Ponts et chaus.
Daugnac	Antoine-Domin.	Villefranche	Aveyron	Retiré.
Duplatre	Luc	Groslé	Ain	Retiré.

Promotion de l'an 11.

Abeille	Jos.-Ildephonse-Clément	St.-Chamas	Bouch.-du-Rh.	Artillerie.

(1) M. Segond; a été employé aux constructions de chaloupes canonnières. Voyez la Correspondance n. 2, pag. 37.
(2) M. Terquem; professeur au lycée de Mayence. Voyez la Correspondance n. 2, pag. 89.
(3) M. Teysseyrre; adjoint aux répétiteurs d'analyse à l'École polytechnique.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Aillaud	Pierre-Mar.-Gilb.	Certine	Ain	Gén. militaire.
Atthalin	Louis-Mar.-J.-B.	Colmar	Haut-Rhin	Génie milit.
Aubert	Jules	Paris	Seine	Artillerie.
Audoy	Guillaume-Hyp.	Lavaur	Tarn	Génie maritim.
Bagnac	Michel-Vict.	St.-Bonet	Haute-Vienne	Génie milit.
Barreau	Eugène	Nantes	Loire-Infér.	Artillerie.
Batereau	Pierre-Louis	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Benard	Prudent-René	Caudebec	Seine-Infér.	Mort.
Bergère	Pierre	Auxonne	Côte-d'Or	Génie milit.
Besançon	Pierre	Rezonville	Moselle	Retiré.
Biet	J.-Marie-Dieud.	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Bonnetat	Jean-Baptiste	La Bastide de Serou	Arriége	Ponts et chaus.
Boucher	J.-Bapt.-Henri	St.-Florentin	Yonne	Ponts et chaus.
Boucher-Morlaincourt	François-Théod.	Bar-sur-Ornain	Meuse	Génie milit.
Bourdonié	François-Magdel.	Auch	Gers	Génie milit.
Brechtel	Henri-Ignace	Rulzheim	Bas-Rhin	Artillerie
Breune	Louis	Dôle	Jura	Génie milit.
Cailly	Frédéric	Vire	Calvados	Artillerie.
Carmignac-Decombe	Jean-Baptiste	Ruffec	Charente	Cadastre
Cazaux	Louis.Fr.-Guill.	Lasseube-près-Auch	Gers	Artillerie.
Chandon	Ant.-Vict.-Bart.	Montdidier	Somme	Artillerie.
Charton	Joseph	Jougne	Doubs	Artillerie.
Cherrier	Mar.-Claude-Jos.-Hyacinthe	Neufchâteau	Vosges	Artillerie.
Chochina	Etienne-Nicolas	Bisseuil	Marne	Mort.
Cirodde	Charles-Antoine	Brinon	Cher	Retiré.
Coster	Charles-Pierre	Versailles	Seine-et-Oise	Ponts et chaus.
Coasnon	Jean	Lacroixille	Mayenne	Artillerie.
Cousin	Gilbert-Marie	Champlatreux	Seine-et-Oise	Mines.
Cruzy-Marcillac	Louis-Fr.-Marie-Gaston	Limalonges	Deux-Sèvres	Artillerie.
Dauty	Jean-Pierre	Paris	Seine	Artillerie.
Debout	Flor.-Casim.-Jos.	Arras	Pas-de-Calais	Ponts et chaus.
Decazes	Joseph-Léonard	Libourne	Gironde	Ponts et chaus.
Delacroix	Charles	Rheims	Marne	Artillerie.
Delaporte	J.-Prosper-Hyac.-Bernard	Toulouse	Haute-Garonn.	Ponts et chaus.
Delord	François-Ignace	Issendou	Corrèze	Artillerie.
Demetz	Victor-Silvestre	Nancy	Meurthe	Artillerie.
Derrion	Michel-Nizier	Lyon	Rhône	Artillerie.
Deschamps-Lebeuf	Jean-Baptiste	Chameçon	Côte-d'Or	Artillerie.
Desclaibes-d'Hust	L.-Aug.-Marcel	Echenay	Haute-Marne	Artillerie.
Deshaulles	Jean-Laurent	Chartres	Eure-et-Loir	Artillerie.
Dieudonné	Nicol.-Dom.-Ch.	Pontamousson	Meurthe	Génie milit.
Dubocq	Jean-Thomas	Marlenheim	Bas-Rhin	Artillerie.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'école.
Dumarais	Alphonse-J.-Fr.	Roanne	Loire	Artillerie.
Dumas-Culture	Joseph-Charles	Marsal	Meurthe	Artillerie.
Dumoncel	Al.-H.-Adéodate	Helleville	Manche	Génie militaire.
Dupau	Anne-Pierre-Fr.-Auguste	Carbonne	Haute-Garonn.	Génie milit.
Dupré	André	Grenoble	Isère	Ponts et chaus.
Fabvier	Charles-Nicolas	Pontamousson	Meurthe	Artillerie.
Faure	Marc-Ant.-Fréd.-Marie	Grenoble	Isère	Artillerie.
Garin	Sébast.-Phil.-Jos.	Maubeuge	Nord	Mines.
Gauldrée-Boileau	J.-Bapt.-Charles	St.-Omer	Pas-de-Calais	Artillerie.
Gaultier	Ant.-Gabr. Victor	Nevers	Nièvre	Artillerie.
Gibon	François-Louis	Paris	Seine	Artillerie.
Gorsse	Joseph-Augustin	Albi	Tarn	Artillerie.
Gosse	Casimir	St.-Omer	Pas-de-Calais	Artillerie.
Gricourt	Amand-Pélage	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Hamart	André	Châteauroux	Indre	Génie marit.
Heuzé	Jacques-Augustin	Rouen	Seine-Infér.	Artillerie.
Hoguer	Jean-Pierre	Versailles	Seine-et-Oise	Ponts et chaus.
Hortet	Fr.-Blaise-Thom.	Prades	Pyrén.-Orient.	Artillerie.
Janet	Nic.-Domin.-Mar.	Varennes	Meuse	Retiré.
Julliot-Duplessis	Henri-Fr.-Joseph	St.-Ouen	Ille-et-Villaine	Mort.
Lamarck	André	Paris	Seine	Marine milit.
Lapaillonne	Phil.-Louis-Fr.-Henri-Benoît	Suignan	Vaucluse	Artillerie.
Ledilais	Aimé-Denis	Rennes	Ille-et-Villaine	Artillerie.
Leforestier-Villeneuve	Ant.-Mar.-Julien	Montbrison	Loire	Artillerie.
Legendre	Célest.-Mar.-Fr.	St.-Servan	Ille-et-Villaine	Artillerie.
Lemétayer-Kerdaniel	Jos.-Em.-Thom.	Rostrenen	Côtes-du-Nord	Génie milit.
Lenoir	Louis-Etienne	Aire	Pas-de-Calais	Génie milit.
Leroux	Victor-Arsenne	St.-Patrice-d'Argence	Calvados	Ponts et chaus.
Lihy	Nicolas-Joseph	Longuion	Moselle	Artillerie.
Liéfroy	Cl.-Jos.-Grégoire	Salins	Jura	Artillerie.
Limozin-St.-Michel	Louis-Emmanuel	Villeneuve-sur-Lot	Lot-et-Garon.	Artillerie.
Lobstein	J.-Geoffroi-Chr.	Butzbach	Pays-de-Darmstadt	Artillerie.
Maille	Benjamin-Arsène	Rouen	Seine-Infér.	Retiré.
Malartic	Ch.-J.-B.-Alph.	Paris	Seine	Admin. publ. Diplomatie.
Mancel	Antoine	Caen	Calvados	Artillerie.
Marcot	Joseph-Raconte	Agen	Lot-et-Garon.	Artillerie.
Mathieu	Cl.-Michel-Fr.	Beaune	Côte-d'Or	Génie milit.
Maurice	Louis-Mar.-Aimé	Broons	Côtes-du-Nord	Génie milit.
Maury	L.-Charlem.-Fer.	Paris	Seine	Ponts et chaus.
Mazerat	Pierre-Augustin	Noutron	Dordogne	Artillerie.

Nom.	Prénoms.	Lieu de naissance.	Département.	Sortie de l'École.
Mazeret	J.-Jos.-Henri	Lisbonne	Portugal	Artillerie.
Merel	Pier.-Henr.-Fréd.	St.-André-de-Cordey	Calvados	Artillerie.
Naequart	Joseph-Nicolas	Foug	Meurthe	Mort.
Navier	Cl.-L.-Mar.-H.	Dijon	Côte-d'Or	Ponts et chaus.
Paillhou	Louis	Chassignac	Charente	Artillerie.
Patin-Lafizelière	André-Barbe-Ch.-Julien	Bastia	Golo	Artillerie.
Penet	Felix	Lalbène	Isère	Mort.
Petitot	Cl.-Louis-Nicolas	Langres	Haute-Marne	Génie milit.
Peyssard	Antoine-Charles	Périgueux	Dordogne	Retiré.
Pierrard	Ch.-Fr.-J.-Ignac.	Senoncourt	Meuse	Génie milit.
Pouzol	Jean	Vitri	Marne	Mort.
Pretet	Ch.-Et.-Joseph	Cramans	Jura	Genie milit.
Prevost	J.-B.-Benoit	Clermont	Puy-de-Dôme	Artillerie.
Puthaux	Henri-François	Mézières	Ardennes	Artillerie.
Radoult	J.-Fr.-Charles	Villeneuve-sur-Lot	Lot-et-Garon.	Artillerie.
Rapatel	Prosper-Marie	Rennes	Ille-et-Villaine	Artillerie.
Renaud	Louis-Joseph	Dijon	Côte-d'Or	Mort.
Ricard	Auguste-Xavier	St.-Maximin	Var	Artillerie.
Robert	Aimé-Ambroise	St.-Georges-Chatelaison	Mayenne-et-L.	Mines.
Roy	Henri-Auguste	Bourg-Neuf	Charente-Infér.	Artillerie.
Saint-Blaise	Charles	Metz	Moselle	Artillerie.
Saint-Jacques	François-Louis	Sedan	Ardennes	Artillerie.
Sechehaye	Jean-Philippe	Metz	Moselle	Artillerie.
Simon	J.-B.-Desiré	Rochechouart	Haute-Vienne	Retiré.
Soucanye-Landevoisin	Achille-Olympe	Paris	Seine	Artillerie.
Tacon	Cl.-Jos.-Hyac.	Oyonnax	Ain	Artillerie.
Taillefert	J.-Ch.-Théodore	Bauvais	Oise	Artillerie.
Tirebas-Chamberet	Melch.-Léon.-Jos.	Limoges	Haute-Vienne	Mort.
Treuil	Paul-Mar.-Gabr.	Cap français	St.-Domingue	Ponts et chaus.
Tulpain	Charles-Nicolas	Neufchâteau	Vosges	Artillerie.
Vaissière	Louis-Marie	Castres	Tarn	Ponts et chaus.
Vallier	Ch.-J.-Joseph	Nantes	Loire-Infér.	Artillerie.
Vaudrey	Claude-Nicolas	Dijon	Côte-d'Or	Artillerie.
Wiart	Félix-Augustin	Renwez	Ardennes	Artillerie.

Promotion de l'an 12.

Voyez le n°. 1er. de la Correspondance, pag. 12 et suivantes, et n°. 2, p. 38.

Promotion de l'an 13.

Voyez le n°. 3, pag. 65 et suivantes.

Ces promotions réunies portent le nombre des élèves admis à l'École polytechnique, jusqu'à ce jour, à 1537, comme on le voit dans les tableaux ci-joints, pag. 128 et suivantes.

Pour complettler le tableau des personnes qui ont été admises à profiter directement de l'instruction de l'École polytechnique, il faut ajouter au nombre 1537 des élèves admis :

1°. Les officiers du génie qui y ont été admis en vertu de l'arrêté du comité de Salut public, du 22 vendémiaire an 4, ou par d'autres autorisations particulières du Gouvernement; de ce nombre sont :

MM. Advenier, André, Bertrand (1), Biers, Blanchot, Caizac, Capitaine aîné, Capitaine jeune, Castillon, Cazin, Cleraux, Chamberet, Crespin, Dechon, Delphin, Deponthon, Dode, Dufour, Duvivier, Ducellier, Emi, Haxo, Henry, Herbert, Say (2), Jarry aîné, Jarry jeune, Jars, Isoard, Kirgener, Label, Lapisse fils, Leblanc, Lepot, Lesage, Marchand, Mauray, Menoire, Prost, Robineau, Sevelle, Tournadre aîné, Tournadre jeune;

2°. Les officiers des différentes armes qui ont obtenu des autorisations particulières pour le même objet :

MM. Hulot, *alors officier du 6me. régiment d'artillerie.*
Fulchiron; *officier du génie, retiré pour cause d'infirmités.*
St.-Laurent, Allix, Lafite, Gerin, } *officiers d'artillerie.*

3°. Enfin un grand nombre de jeunes gens de l'âge de 12 à 16 ans qui, sous le titre d'aides de laboratoire, ont été dans les premières années de l'établissement, attachés à l'Ecole où ils recevoient les élémens des sciences physiques et mathématiques, qui les mettoient en état d'être admis parmi les élèves ou de prendre une autre direction dans les services publics. Parmi ces messieurs, nous pouvons citer M. Bernard, lieutenant de cavalerie, aide de camp du général de brigade Puthod.

(1) M. Bertrand; général de brigade, commandant le génie à l'armée de Boulogne; aide de camp de l'Empereur.

(2) Say (Horace); étoit instituteur-adjoint de fortification à l'Ecole polytechnique, à l'époque de l'expédition d'Egypte. Il s'y occupoit en outre avec succès des sciences physiques et chimiques, et on lui doit plusieurs instrumens précieux, entr'autres, *un stéréomètre* qui fait partie du cabinet de physique de l'École.

Il mourut au siége de St.-Jean-d'Acre; les blessures qu'il y avoit reçues, n'étoient pas d'abord mortelles, mais elles le devinrent, aussitôt qu'il eût appris que son *frère d'armes le général Caffarelli Dufalga* avoit succombé; il ne survécut que de quelques jours à la perte de son ami.

TABLEAU
DES CONCOURS D'ADMISSION A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Depuis son établissement (en frim. an 3), jusques et y compris vendém. an 13.

ANNÉES des EXAMENS pour l'admission.	NOMBRE DES CANDIDATS EXAMINÉS. dans les départemens.	à Paris.	TOTAL des candidats examinés.	ÉLÈVES ADMIS A L'ÉCOLE. parmi les examinés dans les départemens.	parmi les examinés à Paris.	TOTAL des Élèves admis.
En l'an 3	350	328	678	180	200 11	391
4	70	73	143	24	58 (1)	82
5	210	138	348	55	58	113
6	123	110	233	59	49	108
7	136	200	336	72	71	143
8	199	238	437	53	72	125
9	170	121	291	39	36	75
10	154	147	301	56 (2)	54	110
11	94	107	201	67	50	117
12	159	134	293	80	59	139
13	204	147	351	74	60	134
	1869	1743	3612	759	778	1537

RÉSULTAT.

Le nombre total des candidats, comparé à celui des élèves admis, est comme . . . . 1000 est à 424.

Le nombre des candidats examinés dans les départemens, est à celui des admis, comme . . . . 1000 est à 406.

Le nombre des candidats examinés à Paris, est à celui des admis, comme . . . . 1000 est à 447.

Le nombre des candidats examinés dans les départemens, est à celui des examinés à Paris, comme . . . . 1000 est à 932.

(1) Dont 7 de l'École des constructeurs des vaisseaux.
(2) Dont 2 d'Égypte.

TABLEAU
DU NOMBRE DES ÉLÈVES ADMIS A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

PENDANT LES ONZE PREMIÈRES ANNÉES DEPUIS SON ÉTABLISSEMENT (EN L'AN III),

Et leur répartition dans les différens services, états ou fonctions, à leur sortie.

DÉSIGNATION des services, états et fonctions DES ÉLÈVES, à leur sortie de l'École.	PROMOTIONS DE L'AN 3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10. placés.	10. à placer.	11. placés.	11. à placer.	12.	13.	TOTAUX des Élèves placés.	TOTAUX des Élèves à placer.	TOTAUX.
Artillerie . .	27	1	21	25	37	29	18	47	»	54	8	73	82	269	163	432
Génie milit.	42	12	10	17	20	21	13	13	1	12	6	24	25	178	56	234
— maritime	5	6	5	4	3	4	3	6	»	2	»	6	4	38	10	48
— des mines	6	2	1	5	6	»	2	2	»	»	3	10	4	27	17	44
Ponts et ch.	66	1	25	10	9	12	9	21	1	8	6	20	15	171	42	213
Ingén. géog.	16	8	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	24	»	24
Troup. de l.	2	»	1	1	3	2	1	»	»	»	»	1	»	10	1	11
Marin. milit.	1	2	1	3	8	18	7	2	»	1	»	»	»	45	»	45
Instr. publ.	11	1	1	5	6	»	4	3	»	»	»	»	»	29	»	29
Arts et man.	1	1	5	3	2	»	1	1	»	»	»	»	»	14	»	14
Adm. publ.	6	»	»	1	»	2	2	»	»	1	»	»	»	12	»	12
Jur. et mag.	1	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	»	3
Commerce	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	2	»	2
Retirés. . . .	195	25	27	30	37	31	15	11	»	8	»	2	3	378	6	381
	380	79	109	106	140	120	75	106	2	86	23	136	133	1200	295	1495
Morts.	11	3	4	2	3	5	»	2	»	8	»	3	1	42	»	42
TOTAL. . .	391	82	113	108	143	125	75	110		117		139	134	1242	295	1537

Nota. L'expédition d'Égypte eut mérité sans doute un article à part dans l'énumération des services auxquels l'École polytechnique se glorifie d'avoir fourni des sujets; mais ceux qui sont revenus de cette expédition à jamais célèbre, faisant déja partie des différens services auxquels ils sont restés attachés, il y auroit eu double emploi. Le relevé des tableaux précédens fait monter leur nombre à 37.

*

TABLEAU

DES ELEVES FOURNIS PAR CHAQUE DEPARTEMENT A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Pendant les onze premières années depuis son établissement (en l'an 3).

NOM du DÉPARTEMENT.	NOMBRE des ÉLÈVES.	NOM du DÉPARTEMENT.	NOMBRE des ÉLÈVES.	NOM du DÉPARTEMENT.	NOMBRE des ÉLÈVES.
			420		900
Ain	15	Golo.	3	Oise. :	18
Aisne.	13	Hérault.	14	Orne	10
Allier.	11	Ille-et-Vilaine . .	35	Ourthe	1
Alpes (basses)	1	Indre	14	Pas-de-Calais . .	24
Alpes (hautes)	7	Indre-et-Loire. .	13	Pô	1
Alpes maritimes	1	Isère.	35	Puy-de-dôme . .	23
Ardèche	4	Jemmappes	1	Pyrénées (basses)	3
Ardennes.	35	Jura.	28	Pyrénées (hautes)	1
Arriège	4	Landes	1	Pyrénées(orient.)	5
Aube	6	Léman	2	Rhin (bas)	24
Aude . . . : . . .	14	Liamone	»	Rhin (haut) . . .	13
Aveyron	4	Loir-et-Cher . . .	7	Rhin-et-Mozelle	»
Bouc.-du-Rhône	8	Loire	7	Rhône	21
Calvados	43	Loire (haute) . .	2	Roër	»
Cantal . . . . : .	7	Loire-inférieure	25	Sambre-et-Meuse	»
Charente	5	Loiret.	13	Saône (haute) . .	6
Charente infér . .	13	Lot	7	Saône-et-Loire . .	12
Cher	8	Lot-et-Garonne	16	Sarre	»
Corrèze.	5	Lozère	2	Sarthe	12
Côte-d'Or	39	Lys	1	Seine	228
Côtes-du-Nord	10	Mayenne-et-Lre.	11	Seine inférieure	39
Creuse	3	Manche.	23	Seine-et-Marne	14
Doire	»	Marengo	1	Seine-et-Oise . .	36
Dordogne.	13	Marne.	32	Sèvres (deux) . .	5
Doubs	20	Marne (haute). .	17	Sésia	»
Drôme	9	Mayenne	6	Somme	20
Dyle	2	Meurthe	36	Stura	»
Escaut	1	Meuse	29	Tanaro	»
Eure	16	Meuse-inférieure	1	Tarn	17
Eure-et-Loir . .	13	Mont-blanc . . .	8	Var	8
Finistère	44	Mont-tonnerre . .	2	Vaucluse	2
Forêts	»	Morbihan	7	Vendée	8
Gard	5	Mozelle	45	Vienne	3
Garonne (haute)	24	Nèthes (deux) . .	»	Vienne (haute)	9
Gers	6	Nièvre	11	Vosges	8
Gironde	11	Nord	25	Yonne.	21
	420		900		1494

Saint-Domingue . . 14 }
La Guadeloupe . . . 2 } . . . 16 }
Pays étrangers . . . . 27 } . . 43

TOTAL. 1537

§. IV.

ACTES DU GOUVERNEMENT,

Concernant l'École polytechnique et son organisation.

MM. Monge et Hachette ont été nommés par S. E. le ministre de l'intérieur, pour être membres du conseil d'administration créé par le décret impérial du 27 messidor an 12.

Par le décret impérial du 17 pluviôse an 13, M. Davignon, capitaine de la garde impériale, a été nommé à l'emploi de chef de bataillon près l'École polytechnique.

M. Redon, lieutenant en 1er. de la garde impériale, a été nommé capitaine près l'École polytechnique.

CORRESPONDANCE

SUR

L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

N°. 5. *Frimaire an XIV.*

§. I. TRAVAUX DE L'ECOLE.

MÉCANIQUE.

Conditions de l'Équilibre des corps solides ; par M. Poisson.

On sait depuis longtems que les conditions d'équilibre des corps solides sont exprimées par six équations, dont trois sont relatives au mouvement de translation du corps, et les trois autres à son mouvement de rotation. Ces équations se déduisent d'une manière fort simple du fameux principe des vîtesses virtuelles, ainsi qu'on peut le voir dans la Mécanique analytique et dans la Mécanique céleste; mais les démonstrations qu'on en donne dans les ouvrages élémentaires n'ont pas toute la rigueur ou toute la simplicité qu'on y pourroit desirer. Je me suis donc proposé de remplir cette lacune qui reste encore dans les élémens de la mécanique, et je crois y être parvenu, sans supposer autre chose que le parallélogramme des forces et les théorêmes connus sur la composition des forces parallèles.

Je considère un systême quelconque de points matériels m, m', m'', etc. attachés fixement les uns aux autres, et auxquels sont appliquées des forces de grandeur et de direction quelconque. La position de chacun de ces points dans l'espace est déterminée par des coordonnées parallèles aux axes rectangulaires Ax et Ay, menés dans le plan de la figure, et à un troisième axe Az que je suppose perpendiculaire à ce plan. x, y et z sont les coordonnées du point m; p est la force appliquée à ce point;

la direction de cette force fait avec l'axe des x, un angle α; avec l'axe des y, un angle β; avec l'axe des z, un angle γ. Les quantités $x, y, z, p, \alpha, \beta, \gamma$ deviennent respectivement x', y', z', p', α', β', γ' pour le point m'; x'', y'', z'', p'', α'', β'', γ'' pour le point m'', etc.

Pour simplifier ce système de forces, je décompose chacune d'elles parallélement aux trois axes; savoir : la force p, en trois forces $p\cos\alpha$, $p\cos\beta$, $p\cos\gamma$; la force p' en trois forces $p'\cos\alpha'$, $p'\cos\beta'$, $p'\cos\gamma'$, et ainsi de suite. Les forces parallèles à un même axe et dirigées dans un même sens, se composeront en une seule de même direction, et égale à leur somme; en sorte que les forces parallèles à chacun des trois axes se réduiront à deux forces seulement dirigées en sens contraire l'une de l'autre. Et si l'on représente par X et X' les résultantes des forces parallèles à l'axe des x; par Y et Y' celles des forces parallèles à l'axe des y; par Z et Z', celles des forces parallèles à l'axe des z, on aura :

$$\left.\begin{aligned} X - X' &= p\cos\alpha + p'\cos\alpha' + p''\cos\alpha'' +, \text{ etc.}\\ Y - Y' &= p\cos\beta + p'\cos\beta' + p''\cos\beta'' +, \text{ etc.}\\ Z - Z' &= p\cos\gamma + p'\cos\gamma' + p''\cos\gamma'' +, \text{ etc.}\end{aligned}\right\}(a)$$

La théorie des momens des forces parallèles fournit six autres équations que l'on formera de cette manière. Supposons que XB, X'B', YC, Y'C', soient les projections des forces X, X', Y, Y' sur le plan des x et y; que X tende à pousser le système du point X vers le point B, et par conséquent que X' tende à le pousser du point X' vers le point B'; que Y tende à faire avancer le système du point Y vers le point C, en sorte que Y' tende à le faire avancer du point Y' vers le point C'. Supposons aussi que D et D' sont les points où les forces Z et Z' viennent couper le plan des x et y, Z étant la force qui tend à élever le système au-dessus de ce plan, et Z' celle qui tend à l'en rapprocher. Des points D et D', abaissons des perpendiculaires DE et D'E' sur l'axe des x, et faisons $DE = v$, $D'E' = v'$, $AE = u$, $AE' = u'$, $BH = q$, $B'H' = q'$, $AH = r$, $A'H' = r'$. Enfin appelons s et s' les distances des forces X et X' au plan des x et y, et t et t' les distances des forces Y et Y' au même plan. En prenant les momens des forces parallèles à l'axe des z, d'abord par rapport au plan des x et z, et ensuite par rapport au plan des y et z, on aura :

$$\left.\begin{aligned} Zu - Z'v' &= p\cos\gamma.y + p'\cos\gamma'.y' + p''\cos\gamma''.y'' +, \text{ etc.}\\ Zu - Z'v' &= p\cos\gamma.x + p'\cos\gamma'.x' + p''\cos\gamma''.x'' +, \text{ etc.}\end{aligned}\right\}(b)$$

De même en prenant successivement par rapport au plan des x et z et à celui des x et y, les momens des forces parallèles à l'axe des x, on aura :

$$\left.\begin{aligned} Xq - X'q' &= p\cos\alpha.y + p'\cos\alpha'.y' + p''\cos\alpha''.y'' +, \text{ etc.}\\ Xs - X's' &= p\cos\alpha.z + p'\cos\alpha'.z' + p''\cos\alpha''.z'' +, \text{ etc.}\end{aligned}\right\}(c)$$

Enfin les équations des momens des forces parallèles à l'axe des y, pris par rapport au plan des y et z et à celui des y et x, seront :

$$\left.\begin{aligned} Yr - Y'r' &= p\cos\beta.x + p'\cos\beta'.x' + p''\cos\beta''.x'' +, \text{ etc.}\\ Yt - Y't' &= p\cos\beta.z + p'\cos\beta'.z' + p''\cos\beta''.z'' +, \text{ etc.}\end{aligned}\right\}(d)$$

Cela posé, cherchons les conditions d'équilibre des six forces X, X', Y, Y', Z, Z', auxquelles nous avons réduit les forces immédiatement données. On ne pourroit pas supposer que ces six forces se réduisissent toujours à trois, parce qu'il peut arriver que les forces parallèles à un même axe soient égales et non directement opposées; auquel cas elles ne peuvent pas être remplacées par une seule force. Nous conserverons donc ses six forces afin de parvenir à une démonstration contre laquelle on ne puisse faire aucune difficulté.

Par la direction de la force Z, je mène un plan quelconque dont la trace sur celui des x et y, est LK. Cela fait, je décompose la force Z en deux forces $Z_{,}$ et $Z_{,,}$, toujours perpendiculaires au plan des x et y, et passant par les points L et K. Je compose $Z_{,,}$ avec Y; la résultante vient couper la projection CY en un point N, et l'on a :

$$KN.\ Z_{,,} = t.Y\,;$$

d'ailleurs on voit aisément, d'après les directions attribuées aux forces Z et Y, que le point N doit être plus bas que le point K, par rapport à l'axe Ax; ce qui achève de déterminer la position de ce point. J'imagine la résultante de Y et de $Z_{,,}$ appliquée au point N de sa direction, et je la décompose en ce point, ce qui reproduit les forces Y et $Z_{,,}$, la première dirigée suivant la projection Y C, et la seconde parallélement à l'axe des z. De même je compose $Z_{,}$ et X; leur résultante coupe la projection BX en un point M, situé en deça du point L par rapport à l'axe Ay, et dont la distance au point L est déterminée par cette équation

$$LM.\ Z_{,} = s.\ X.$$

Cette résultante étant appliquée au point M de sa direction, je retrouve, en la décomposant, les deux forces X et $Z_{,}$; la première dirigée suivant la projection BX, et la seconde parallélement à l'axe des z. Maintenant je prends la résultante de $Z_{,}$ et $Z_{,,}$, ce qui reproduit en grandeur la force Z, appliquée en un point O de la ligne MN, et perpendiculaire au plan des x et y. En appliquant aux trois forces X', Y', Z' des transformations analogues, ces forces ne changeront pas de grandeur; elles reste-

ront parallèles aux trois axes; les deux premières seront dirigées suivant leurs projections X′ B′ et Y′ C′; le point d'application de la troisième aura changé et sera devenu, je suppose, le point O′. De cette manière, nous n'aurons plus à considérer que quatre forces X, Y, X′ Y′, dirigées dans un même plan, celui des x et y, et deux autres forces Z et Z′ dirigées dans un plan perpendiculaire au premier. Or, pour qu'il y ait équilibre entre ces six forces, il faut d'abord que les deux forces Z et Z′ se détruisent réciproquement. Pour le démontrer, si on le croit nécessaire, je suppose que cette condition ne soit pas remplie; j'élève en un point quelconque de la ligne OO′ une perpendiculaire à cette ligne, et je fixe invariablement cette perpendiculaire; les forces X, X′, Y, Y′ dirigées dans le plan de cette droite fixe, seront détruites; rien n'empêchera donc les forces Z et Z′ de faire tourner le système autour de cette droite, et par conséquent l'équilibre sera impossible avec la droite fixe; donc, à plus forte raison, il n'a pas lieu quand le système est entièrement libre.

Les forces Z et Z′ ne peuvent se détruire qu'autant qu'elles seront égales et directement opposées; ainsi il faut qu'on ait

$$Z - Z' = 0, \quad (1)$$

et que le point O coïncide avec le point O′, ce qui donne, en abaissant les perpendiculaires OP et O′P′ sur l'axe Ax les deux autres équations

$$OP = O'P' \quad \text{et} \quad AP = AP',$$

dans lesquelles nous allons remplacer les lignes par leurs valeurs.

En prenant, par rapport au plan des x et z, les momens des forces $Z_{,}$, Z et $Z_{,,}$, lorsqu'elles sont appliquées aux points L, D et K, et lorsqu'elles sont appliquées aux points M, O et N; on a

$$Z.\ DE = Z_{,}.\ BH + Z_{,,}.\ KH,$$
$$Z.\ OP = Z_{,}.\ BH + Z_{,,}.\ NH;$$

d'où l'on tire

$$Z.\ OP = Z.\ DE - Z_{,,}.\ KN.$$

D'ailleurs on a $DE = v$ et $Z_{,,}.\ KN = Y.t$; donc

$$Z.\ OP = Zv. - Y.t.$$

on trouvera de même

$$Z'.\ O'P' = Z'.v' - Y'.\ t';$$

donc, à cause de $Z = Z'$, l'équation $OP = O'P'$, devient, en transposant les termes,

$$Z.v - Z'.v' = Y'.t' - Y.t \quad (2)$$

Par un calcul semblable, on trouve que l'équation $AP = AP'$, devient

$$Z.u - Z'.u' = X.s - X'.s'. \quad (3)$$

Maintenant les forces Z et Z′ étant détruites, il faut encore qu'il y ait équilibre entre les quatre forces X, X′ Y, Y′, dirigées dans le plan des x et y; il faut donc que la résultante de X et Y soit égale et directement opposée à celle de X′ et Y′; d'où l'on peut conclure,

1°. Que les composantes X et X′ doivent être égales entre elles ainsi que les composantes Y et Y′, c'est-à-dire qu'il faut qu'on ait

$$X - X' = 0, \quad (4)$$
$$Y - Y' = 0; \quad (5)$$

2°. Que les deux résultantes doivent être dirigées suivant la diagonale BB′ du rectangle BC B′C′.

Or, pour que cette dernière condition soit remplie, il est nécessaire que les composantes X et Y soient entre elles comme les côtés BC′ et BC du rectangle BC B′C′; proportion d'où l'on tire $X.BC = Y.BC'$; et à cause de $BC = q' - q$, $BC' = r' - r$, et de $X = X'$, $Y = Y'$, cette équation peut s'écrire ainsi:

$$X.q - X'.q' = Y.r - Y'.r'. \quad (6)$$

En vertu des équations (a), (b), (c), (d), les équations (1), (2), (3), (4), (5), (6), que nous venons de trouver, prennent cette forme:

$$(e)\begin{cases} p\cos\alpha + p'\cos\alpha' + p''\cos\alpha'' + \text{etc.} = 0. \\ p\cos\beta + p'\cos\beta' + p''\cos\beta'' + \text{etc.} = 0. \\ p\cos\gamma + p'\cos\gamma' + p''\cos\gamma'' + \text{etc.} = 0. \\ p(y\cos\gamma - z\cos\beta) + p'(y'\cos\gamma' - z'\cos\beta') + p''(y''\cos\gamma'' - z''\cos\beta'') + \text{etc.} = 0. \\ p(x\cos\gamma - z\cos\alpha) + p'(x'\cos\gamma' - z'\cos\alpha') + p''(x''\cos\gamma'' - z''\cos\alpha'') + \text{etc.} = 0. \\ p(y\cos\alpha - x\cos\beta) + p'(y'\cos\alpha' - x'\cos\beta') + p''(x''\cos\alpha'' - y''\cos\beta'') + \text{etc.} = 0. \end{cases}$$

Ces six équations sont nécessaires et suffisent pour l'équilibre d'un système de points de forme invariable, dans lequel il ne se trouve aucun point fixe. Mais lorsque le système renferme un point ou un axe fixe, les équations d'équilibre se réduisent à un moindre nombre; et pour déterminer celles qui sont encore nécessaires, je vais chercher ce que signifie chacune de ces six équations prise séparément.

La première exprime que la somme des composantes parallèles à l'axe des x, est égale à zéro. Il ne s'ensuit pas que ces forces

se fassent équilibre, parce qu'il peut arriver qu'elles se réduisent à deux égales et de signe contraire, mais non directement opposées. De même la seconde et la troisième signifient que les sommes des composantes parallèles aux axes des y et des z sont nulles ; d'où il ne suit pas que ces forces se fassent équilibre. C'est parce que les forces parallèles à un même axe peuvent, en somme, être égales à zéro sans que ces forces se détruisent ; que les trois premières équations (e) ne suffisent pas pour l'équilibre du système.

La sixième équation (e) ou son équivalente, l'équation (6), exprime que les forces X, X', Y et Y' étant supposées agir suivant leurs projections, XB, X'B', CY, C'Y', sur le plan des x et y, ont une résultante qui passe par le point A. En effet, il résulte de l'équation (6) que les momens de ces quatre forces, pris par rapport au point A et avec les signes convenables, font une somme égale à zéro ; or quand un nombre quelconque de forces dirigées dans un même plan jouissent de cette propriété par rapport à un point de ce plan, ce point est nécessairement sur la direction de leur résultante. Si donc l'axe des z étoit fixe, la sixième des équations (e) suffiroit pour l'équilibre du système ; car on pourroit substituer aux forces p, p', p'', etc. les forces Z et Z' appliquées aux points O et O', et les forces X, X', Y, Y' dirigées dans le plan des x et y ; les forces Z et Z' étant parallèles à l'axe fixe, seroient détruites par la résistance de cet axe, et les forces X, X', Y, Y' ayant une résultante qui passe par le point A, seroient aussi détruites par la résistance de l'axe fixe.

La cinquième des équations (e), ou son équivalente, l'équation (3), exprime que les forces parallèles au plan des x et z, si elles agissoient sans changer de grandeur, suivant leurs projections sur ce plan, auroient une résultante qui passeroit par le point A ; et l'on en peut conclure que cette équation suffiroit pour l'équilibre du système, si l'axe des y étoit fixe. De même la quatrième des équations (e) seroit l'équation unique de l'équilibre du système dans le cas où l'axe des x seroit fixe.

La cinquième et la quatrième des équations (e) prises ensemble, expriment que la résultante des forces Z et Z', appliquée aux points O et O', passe par le point A. En effet les équations équivalentes (2) et (3) proviennent de celle-ci :

$$Z.OP = Z'.O'P', \text{ et } Z.AP = Z'.AP' ;$$

d'où l'on tire d'abord $\frac{OP}{O'P'} = \frac{AP}{AP'}$, ce qui apprend que la ligne

OO' prolongée passe par le point A. On déduit aisément des deux mêmes équations :

$$Z.\,AO - Z'.\,AO' = 0 ;$$

les momens de Z et Z', pris par rapport au point A et avec des signes convenables, font donc une somme égale à zéro ; et comme le point A est dans le plan de ces forces, il en faut conclure que leur résultante passe par ce point.

On voit maintenant que quand les trois dernières équations (e) ont lieu en même tems, on peut être certain que les forces p, p', p'', etc. ont une résultante unique qui vient passer par le point A. Car si l'on substitue à ces forces les forces X, X', Y, Y' dirigées suivant leurs projections sur le plan des x et y et les forces Z et Z' appliquées aux points O et O', les quatre premières auront, en vertu de la sixième équation (e) ; une résultante passant par le point A ; et en vertu de la quatrième et de la cinquième équation (e) prises ensemble, les forces Z et Z' auront une résultante passant aussi par le point A ; or ces deux résultantes étant appliquées au même point, on pourra les composer en une seule force, et ce sera la résultante unique des forces p, p', p'', etc.

Lors donc qu'il y aura un point fixe dans le système, en prenant ce point pour l'origine des coordonnées, les trois dernières équations (e) suffiront pour l'équilibre, puisqu'elles exprimeront que les forces appliquées aux différens points du système, ont une résultante unique qui vient passer par le point fixe ; et comme chacune de ces équations prise séparément est l'équation d'équilibre dans le cas où l'un des axes des coordonnées est fixe, il en résulte ce théorème : dans tout système de forme invariable, l'équilibre a lieu autour d'un point fixe, quand il a lieu successivement autour de trois axes fixes, passant par ce point et perpendiculaires entre eux. Il en résulte aussi cette autre conséquence qu'il suffit que l'équilibre ait lieu autour de trois axes fixes passant par un même point et perpendiculaires entre eux, pour qu'il ait également lieu autour de tout autre axe fixe qui passeroit par le même point.

Lorsque les forces p, p', p'', etc. appliquées aux différens points du système, ne se font point équilibre, on peut demander si ces forces ont une résultante unique, et c'est une question qu'il est maintenant facile de résoudre. En effet, si ces forces ont une résultante unique, rien n'empêche de transporter l'origine des coordonnées en un point quelconque de cette résultante, et alors, d'après ce qu'on a vu plus haut, les trois dernières équations (e) devront avoir lieu en même tems.

Soient donc a, b, c les coordonnées de ce point quelconque,

respectivement parallèles aux axes Ax, Ay, Az; faisons $x=a+x_{\prime}$, $y=b+y_{\prime}$, $z=c+z_{\prime}$; $x'=a+x_{\prime}'$, $y'=b+y_{\prime}'$, $z'=c+z_{\prime}'$, etc.; de plus, représentons, pour abréger, par A, B, C, L, M, N, les premiers membres des six équations (e), A étant le premier membre de la première, B le premier membre de la seconde, et ainsi de suite; enfin substituons dans les fonctions L, M, N, au lieu de x, y, z, x', y', etc., leurs valeurs précédentes, on aura :

$$L = Cb - Bc + L_{\prime},$$
$$M = Ca - Ac + M_{\prime},$$
$$N = Ab - Ba + N_{\prime};$$

$L_{\prime}$, $M_{\prime}$, $N_{\prime}$ représentant ce que deviennent L, M, N, quand on y change les coordonnées x, y, z, x', y', z', etc., dans les coordonnées $x_{\prime}, y_{\prime}, z_{\prime}, x_{\prime}', y_{\prime}'$, etc.; et comme ces dernières sont supposées avoir pour origine un point de la résultante, il s'ensuit qu'on doit avoir :

$$L_{\prime} = 0, \quad M_{\prime} = 0, \quad N_{\prime} = 0;$$

ce qui réduit les équations précédentes à

$$\left.\begin{aligned} L &= Cb - Bc, \\ M &= Ca - Ac, \\ N &= Ab - Ba. \end{aligned}\right\} (f)$$

Ces trois équations ayant lieu entre les coordonnées a, b, c d'un point quelconque de la résultante, il s'ensuit que si cette résultante existe, ces trois équations doivent se réduire à deux, qui seront les équations de la droite indéfinie suivant laquelle cette force est dirigée. Or si l'on ajoute ces trois équations, après avoir multiplié la première par A, la seconde par $-$B, la troisième par $-$C, on trouve que a, b, c, disparoissent à-la-fois, et il vient l'équation de condition

$$AL - BM - CN = 0, \quad (g)$$

qui doit être satisfaite, pour que le système de force que l'on considère ait une seule résultante.

Dans le cas particulier où les trois quantités A, B, C, sont égales à zéro, les équations (f) se réduisent à

$$L = 0, \quad M = 0, \quad N = 0;$$

d'où il suit qu'il ne peut y avoir une seule résultante qu'autant que les trois quantités L, M, N sont aussi nulles, c'est-à-dire qu'autant qu'il y a équilibre dans le système. A la vérité, l'équation (g) est satisfaite dans ce cas, quelles que soient les valeurs de L, M, N; mais on ne peut rien conclure alors de cette équation, puisqu'elle a été formée en ajoutant les équations (f), après les avoir multipliées par des quantités qui sont nulles par la supposition. Il faut donc, pour qu'il y ait une résultante unique, que l'équation (g) soit satisfaite autrement que par la supposition de $A=0$, $B=0$, $C=0$; et quand cette équation sera satisfaite, non-seulement on sera certain qu'il existe une seule résultante; mais encore on aura aisément la position et la grandeur de cette résultante. En effet, deux quelconques de ces trois équations (f), détermineront dans l'espace la droite suivant laquelle cette résultante est dirigée; quant à l'intensité de cette force, ses trois composantes rectangulaires étant A, B, C, cette intensité sera $\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}$.

Quand il n'y a pas une résultante unique, on peut aisément démontrer que, quel que soit le système de forces que l'on considère, elles peuvent être réduites à deux. En effet, si l'on applique une force S en un point quelconque du système, il est visible que l'on pourra determiner la grandeur et la direction de cette force, ensorte que l'équation (g) soit satisfaite, alors les forces p, p', p'', etc. et S auront une résultante unique; donc les forces p, p', p'', etc. pourront être remplacées par deux forces seulement; savoir : cette résultante unique et la force S appliquée en sens contraire de sa direction.

Les deux forces que l'on substitue à un système qui n'a pas de résultante unique, sont nécessairement ou deux forces dont les directions ne sont pas dans un même plan, ou deux forces égales, parallèles, dirigées en sens contraire et non directement opposées; car dans tout autre cas, ces deux forces pourroient être composées en une seule, et le système qu'elles remplacent auroit une résultante unique. On a coutume de regarder comme évident que deux forces dont les directions ne sont pas dans un même plan, ne peuvent être remplacées d'aucune manière par une seule force; il nous semble cependant que cette proposition doit être démontrée directement, et voici comment on y peut parvenir.

Si les deux forces peuvent être remplacées par une seule, il s'ensuit qu'en fixant un point quelconque sur la direction de cette résultante, les deux forces doivent être détruites, c'est-à-dire qu'elles doivent se faire équilibre autour de ce point fixe; il y aura donc encore équilibre si l'on mène par le point fixe une ligne qui rencontre l'une des forces sans rencontrer l'autre, et si l'on fixe cette ligne; mais alors la force qui passe par l'axe fixe sera détruite, et rien n'empêchera l'autre force qui n'est pas

dans le plan de cet axe, de faire tourner le système autour de cet axe; donc l'équilibre n'existe pas avec l'axe fixe; donc il n'existe pas non plus avec le point fixe, et par conséquent les deux forces ne peuvent d'aucune manière être remplacées par une seule force qui leur soit équivalente.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE.

Optique.

Par M. Malus, chef de bataillon du Génie, ancien élève de l'École Polytechnique.

Lorsqu'on considère un miroir courbe éclairé par un point lumineux, il passe par chaque point x', y', z' de cette surface deux courbes s, s' qui jouissent des propriétés suivantes :

Si on conçoit par la courbe s et par le point lumineux une surface conique c, tous les rayons compris dans cette surface, après s'être réfléchis sur le miroir, se rencontreront consécutivement et formeront une surface développable S, dont l'arête de rebroussement σ sera le lieu des points de rencontre.

Si on conçoit de même pour la courbe s' et par le point lumineux une surface conique c', tous les rayons compris dans cette surface, après s'être réfléchis sur le miroir, se rencontreront consécutivement, et formeront une seconde surface développable S', dont l'arête de rebroussement σ' sera le lieu des points de rencontre de ces rapports.

Les deux surfaces coniques c, c' se coupent à angle droit, et le rayon incident au point $x'y'z'$, est le lieu de leur intersection; les deux surfaces développables S, S' se coupent aussi à angle droit, et le rayon réfléchi au point $x'y'z'$, est le lieu de leur intersection; ce rayon est tangent aux deux arêtes de rebroussement σ, σ'.

Ce qu'on observe pour le rayon incident au point x', y', z', ayant lieu également pour chacun des rayons compris dans la surface conique c, il passera par ces différens rayons, une suite de surfaces coniques c', que la surface c coupera toutes à angle droit et réciproquement, en sorte que chaque surface conique de la première série coupera à angle droit toutes celles de la seconde.

Ce qu'on observe pour le rayon réfléchi au point x', y', z' ayant lieu pour chacun des rayons compris dans la surface développable S, il passera par ces différens rayons une suite de surfaces dévelop-

pables S', que la surface S coupera toutes à angle droit et réciproquement : ensorte que chaque surface développable de la première série coupera à angle droit toutes celles de la seconde.

Les deux courbes particulières s, s' vues d'un point quelconque du même rayon réfléchi, paroîtront se couper à angle droit. Toutes les courbes s, s' vues du point lumineux paroîtront se couper à angle droit.

La suite des arètes de rebroussement σ de la première série de surfaces développables, et la suite des arètes de rebroussement σ' de la seconde série de surfaces développables formeront deux surfaces courbes $\sigma\sigma$, $\sigma'\sigma'$, que nous nommerons *surfaces caustiques.*

Si on conçoit une surface perpendiculaire à tous les rayons réfléchis, les deux surfaces $\sigma\sigma$, $\sigma'\sigma'$, seront le lieu de ses centres de courbure.

Ce qu'on observe pour les rayons lancés par un point lumineux, a lieu également pour des rayons parallèles. Dans ce cas les surfaces c, c' sont cylindriques, et comme nous l'avons vu, elles se coupent à angle droit, ainsi que les surfaces S, S' qui leur correspondent.

Ce que nous venons de dire pour un point lumineux, peut s'appliquer aux différens points d'un corps éclairé, qui réfléchit sa lumière sur un miroir courbe. Nous jugeons de la distance et de la grandeur d'un objet par sa distance apparente, et sa grandeur apparente, par l'intensité de sa clarté ; or le lieu apparent d'un point de l'image réfléchie, est à-la-fois sur l'une et l'autre des surfaces caustiques $\sigma\sigma$, $\sigma'\sigma'$, et sa distance apparente se conclut des distances de l'œil aux points de contact du rayon réfléchi avec ces surfaces; la grandeur apparente se mesure par l'angle que comprennent les extrémités de l'image ; ces élémens se déduisent immédiatement de l'analyse.

Quant à la clarté apparente de chaque point de l'objet en particulier, nous considérons le petit faisceau de lumière partant de ce point et compris entre quatre des surfaces coniques c, c, c', c', infiniment voisines ; sa forme est évidemment une pyramide quadrangulaire rectangle, et après sa réflexion, il est encore compris entre quatre surfaces développables dans un solide quadrangulaire rectangle.

Actuellement si nous nommons D la distance de l'œil au point du miroir où se fait la réflexion et Δ la distance de ce point au point lumineux, si de plus à cette distance D, nous faisons dans le faisceau de lumière réfléchi une section perpendiculaire à son axe, nous obtiendrons un petit rectangle dont nous calculerons

la surface R; si nous faisons de même dans la pyramide quadrangulaire à une distance D + Δ de son sommet une section perpendiculaire à son axe, nous aurons un second rectangle R′; or le rapport de R′ à R est le rapport de la clarté du faisceau lumineux réfléchi à sa clarté réelle, si la lumière fut parvenue directement à l'œil.

Ces considérations qui se répètent dans la dioptrique, nous donnent le moyen de soumettre à une analyse exacte les effets produits par la réflexion et par la réfraction de la lumière. Elles sont l'objet d'un mémoire particulier dans lequel nous ferons l'application de cette théorie aux principaux phénomènes de l'optique.

GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE.

Analyse d'un Mémoire sur les Surfaces du second degré.

Par M. Dupin, Ingénieur-constructeur de vaisseaux, ancien élève de l'École Polytechnique. (1)

Le but de ce mémoire (2) est de donner un moyen général de description pour les lignes et les surfaces du second degré.

On sait que chaque point d'une droite, qui s'applique par ses extrémités sur deux axes rectangulaires, décrit une courbe du second degré.

Cette description des courbes du second degré, peut être plus généralisée.

Il n'est pas nécessaire que l'angle formé par les axes sur lesquels s'appuie la droite mobile soit un angle droit; il peut être quelconque, varié d'une manière arbitraire, sans que la courbe décrite par chaque point de la droite mobile cesse d'être du second degré.

Les droites sur lesquelles s'appuie la droite mobile, sont appelées *directrices*; les extrémités de la droite mobile qui parcourent les directrices, *points directeurs*, et *point générateur*, le point de la droite mobile qu'on suppose décrire la courbe.

---

(1) Entré à l'École en l'an 10. (N°. 4 de cette Correspondance, pag. 131.)

(2) Écrit en nivôse an 13, et présenté à M. Monge peu de tems après.

Tous ces modes de génération peuvent être appliqués à la description d'une même courbe, et alors chacun d'eux ne sera plus arbitraire; ils auront entre eux une relation nécessaire; la position et l'étendue des lignes qui les composent seront déterminées, et toutes ces grandeurs seront soumises à une même loi que nous allons exposer.

Il existe pour chaque courbe du second degré deux systèmes de description bien distincts, tels que les lignes d'un même système sont soumises entre elles, relativement à leurs affections, à la loi de continuité, et que cette loi est rompue ensuite, et n'existe plus lorsqu'on veut passer d'un système dans un autre.

Dans les générations d'un de ces systèmes, le point générateur est entre les points directeurs; dans celles de l'autre système, il est en dehors de ces points.

On réunit tous les modes de génération d'un même système, par les constructions suivantes :

Si, à partir du centre d'une courbe quelconque du second degré, on porte sur le *grand axe* une droite égale à la *demi-somme* des deux axes, et qu'on conçoive le cercle dont cette droite est diamètre, chacune des *cordes* menées de l'extrémité du *grand axe* la plus rapprochée du centre du cercle, et les diamètres de la courbe qui passent par l'extrémité de ces *cordes*, on pourra regarder ces diamètres comme *directrices*, la corde comme *droite mobile* et le sommet commun à toutes les cordes comme point *générateur*.

On formera ainsi une infinité de moyens différens de génération, qui tous ensemble donneront la même courbe du second degré, celle qui a servi à produire chacun d'eux. Ils appartiennent tous au système de génération, où le point générateur est entre les points descripteurs.

Si, à partir du centre d'une courbe quelconque du second ordre, on porte sur le *petit axe* une droite égale à la *demi-différence* des deux axes, et qu'on conçoive le cercle dont cette droite est diamètre, chacune des *sécantes* menées de l'extrémité du *petit axe* la plus *éloignée* du centre du cercle, et les diamètres de la courbe qui passent par l'extrémité de ces *sécantes*, on pourra regarder ces diamètres comme *directrices*, la sécante comme droite mobile, et le sommet commun à toutes les *sécantes* comme point *générateur*.

On formera encore une infinité de moyens différens de génération qui tous ensemble donneront la même courbe du second

degré, celle qui a servi à produire chacun d'eux. Ils appartiennent tous au système de génération où le point générateur est en dehors des points directeurs, et la courbe produite dans ces deux systêmes de génération entièrement différens l'un de l'autre, est cependant une seule et même courbe du second degré.

Cette première généralisation n'est pas la seule qui puisse être donnée à la méthode indiquée au commencement de cette analyse.

Jusqu'ici on a supposé le point générateur sur la droite mobile, et cela n'est pas nécessaire; sa position, relativement à cette droite, peut être quelconque, pourvu qu'elle soit constante pour la même courbe : cette courbe sera toujours du second degré.

Les deux systêmes de génération que nous venons d'indiquer s'accroîtront encore d'une infinité d'autres systêmes plus généraux qui ne tiendront à aucun des deux premiers, puisqu'un point hors d'une droite terminée n'est ni entre ses extrémités ni sur son prolongement; mais les systêmes seront liés entre eux par les deux autres qui seront, si je puis parler ainsi, leurs limites extrêmes entre lesquelles ils se trouveront tous placés.

On a encore supposé que les deux directrices étoient dans un plan; cette condition est également superflue. elle peut cesser d'avoir lieu sans que pour cela la courbe décrite par le point générateur cesse d'être plane et du second degré.

Passons actuellement aux surfaces.

Si on suppose qu'une droite mobile s'appuie par une des extrémités sur une droit *directrice* quelconque et par l'autre sur un plan fixe, que nous nommerons par analogie *plan directeur*, le point générateur décrira une surface qui jouit des propriétés suivantes :

Cette surface a toujours un centre à l'intersection du plan *directeur* et de la *directrice ;* elle est symétrique par rapport à trois de ses normales qui se croisent à angles droits à son centre, toutes les sections parallèles au plan directeur ou à un autre plan symétriquement placé par rapport à ces normales, toutes ces sections, dis-je, sont des cercles dont les centres sont en ligne droite, cette droite est un diamètre de la surface.

Si on suppose ensuite qu'au lieu de deux points *directeurs*, on en prenne trois sur la droite mobile; que le premier s'appuie sur un premier plan, le second sur un second plan, le troisième sur un troisième plan directeur, la surface décrite alors par le point générateur sera la même que celle que nous venons d'examiner, et elle

jouit toujours de ces propriétés générales, que les sections faites par des plans quelconques, sont du second degré, que de plus toutes les sections par des plans parallèles sont semblables, avec leurs mêmes axes parallèles, et leurs centres en ligne droite.

D'où il suit que les surfaces données par l'une et l'autre génération sont du second degré, et que les propriétés qui dérivent de ces générations sont des propriétés de ces surfaces.

De là toutes les propriétés connues des diamètres conjugués, des axes, des plans tangens, etc.

Nous avons trouvé pour chaque courbe du second degré une infinité de modes différens de description; nous verrons également que chaque surface du même ordre a une infinité de systêmes de plans directeurs dont les positions relatives ne sont pas arbitraires, mais sujettes entre elles à une même loi, qui nous donne les moyens de passer d'un systême à l'autre, et de les trouver successivement tous par la connoissance d'un seul ou de quelques-uns de ses élémens.

Après avoir considéré les surfaces du second ordre, données par ces systêmes de génération relativement à des plans qui les coupent d'une manière quelconque, il reste à les considérer relativement aux plans qui les touchent; cela conduit aux contacts du premier ordre et à la solution des questions suivantes :

Déterminer, 1°. le plan tangent à une surface du second degré en un quelconque des points de la surface, et toutes les lignes qui en dépendent; 2°. la grandeur et la position des axes de cette surface, lorsqu'on connoît un systême quelconque de plans directeurs ou de plans diamétraux conjugués.

En passant ensuite aux contacts du second ordre, la méthode de description qui fait le sujet de cet essai, donne, pour tracer les lignes de courbure des surfaces du second degré, un moyen fort simple et qui paroit susceptible de pouvoir facilement être appliqué aux arts et particulièrement à la coupe des pierres, qui ne possède encore aucun moyen géométrique de décrire par des mouvemens continus les lignes de courbure, qui sont, comme on sait, les arêtes de douelles des voussoirs dans les voûtes ellipsoïdes.

Quand le point générateur qui décrit la surface parcourt seulement une de ses lignes de courbure, les points *directeurs* décrivent sur chacun des *plans principaux* qui leur appartiennent, les courbes du second degré qui ont leur axe sur les axes mêmes de la surface; et les axes des courbes ainsi produites sur le même

plan principal par les lignes d'une des *courbures*, sont les coordonnées d'une même courbe du second ordre.

Si au lieu d'une droite mobile à *trois points directeurs*, on conçoit trois droites mobiles, chacune seulement avec *deux points directeurs*, le point générateur étant le même pour ces trois droites, chacune d'elles, parallèle à l'un des trois plans principaux et ayant les extrémités sur les deux autres, *le point générateur commun décrira nécessairement une des lignes de courbure de la surface*, et chaque point directeur des trois droites mobiles décrira sur le plan principal où il se trouve, une courbe du second ordre, dont les axes seront sur les axes mêmes de la surface; et tous les axes de chacune de ces courbes formeront encore entre eux, comme coordonnées, une courbe du second ordre dont les axes seront sur ceux de la surface.

Du plus petit Crépuscule;

Par M. Hachette.

Le problême de déterminer le jour de l'année pour lequel le crépuscule est le plus petit, ne peut appartenir à la géométrie que dans l'hypothèse où l'on ne fait pas dépendre la durée du crépuscule de circonstances variables et d'élémens encore inconnus; lorsqu'on propose cette question, on entend par *crépuscule*, le tems qui s'écoule depuis l'instant où le centre du soleil est dans l'horison rationnel jusqu'à celui où il arrive au parallèle à l'horison, qui correspond à la nuit totale.

On sait que la lumière du crépuscule, d'abord égale à celle du jour, s'affoiblit continuellement, et après un certain tems qui varie pour les différens lieux de la terre, elle devient insensible. La cause de ce phénomène est bien connue. Le soleil arrivé au-dessous de l'horison, ne cesse pas d'envoyer des rayons dans tous les sens. L'atmosphère reçoit ces rayons, les refracte, les reflé-chit, et devient un nouveau foyer de rayons lumineux.

Plusieurs géomètres se sont proposés de résoudre la question du plus petit crépuscule. Nonius, géomètre portugais, le même qui a fait aux instrumens propres à mesurer les angles cette heureuse addition connue sous le nom de *Nonius* ou *Vernier*, a résolu cette question par la trigonométrie sphérique. Son mémoire *De crepusculis* a été imprimé à Coimbre en 1573, environ quatre ans avant sa mort.

Jean Bernouilli s'est proposé d'appliquer à la même question sa

méthode *de maximis et minimis*. Voici ce qu'il en écrivoit en janvier 1693:

« J'ai résolu le problême de trouver géométriquement le jour « du plus petit crépuscule; ce qui a occupé mon frère, professeur de mathématiques à Bâle, et moi depuis plus de cinq « ans, sans en pouvoir venir à bout. Ce problême est d'autant « plus curieux, que je demeure, par ma méthode *de maximis* « *et minimis* (qui est pourtant une des plus courtes), dans un « calcul prolixe et embarrassé, qui se laisse à la fin réduire en « une petite équation carrée, que je transforme en cette simple « proportion géométrique: *comme le rayon est à la tangente de* « *la moitié de l'arc crépusculaire* (qu'on suppose ordinairement « de 18° pour Paris), *ainsi le sinus de l'élévation du pôle est au* « *sinus de la déclinaison méridionale cherchée du soleil*. Quand « on a sa déclinaison, on a aussi le lieu dans l'écliptique, et partant, le jour de l'année auquel se fait le plus court *crépuscule*.

« Supposé donc l'arc crépusculaire de 18 degrés, et la latitude « de 48 degrés 51 minutes, qui est celle de Paris, on trouve par « la règle que je viens de donner, que le plus petit crépuscule se « fait à Paris quand le soleil décline vers le midi de 6 degrés « 50 minutes. Si on cherche maintenant le lieu dans l'écliptique, « on trouvera que le soleil doit être éloigné d'un des points « équinoxiaux de 17 degrés 25 minutes; c'est-à-dire qu'on aura « le plus petit crépuscule à Paris, le 18e. jour avant le premier « équinoxe, et le 18e. après l'autre équinoxe. »

M. Monge a résolu la même question par des considérations géométriques; sa solution consiste à mener un plan tangent commun à deux cônes droits, dont l'un a pour axe la verticale du lieu pour lequel on demande le plus petit crépuscule, et pour base le parallèle à l'horison dans lequel le centre du soleil se trouve, lorsque la nuit est totale; l'autre cône a pour axe l'axe du monde; il est l'enveloppe de l'espace parcouru par le plan de l'horison tournant autour de cet axe; l'arete de contact du plan tangent au premier cône, coupe le parallèle à l'horison qui lui sert de base, en un point, par lequel, si on mène un plan perpendiculaire à l'axe du monde, ce dernier plan contiendra le cercle de déclinaison du soleil qui correspond au plus petit crépuscule. (*MM. les élèves sont invités à trouver la raison de cette construction, dont la vérité sera démontrée par le calcul de la page suivante.*)

On a déja vu (*solution de la pyramide triangulaire*, *n°. 4 de cette Correspondance*, *page 48*) comment on peut mener un plan tangent à deux cônes droits qui ont même sommet, en

n'employant que la ligne droite et le cercle ; la même méthode s'applique à la solution de M. Monge, et il en résulte la construction suivante, qui, je crois, est réduite au moindre nombre de lignes possible.

Soit (fig. 2.) le cercle BPC tracé dans le plan qui passe par le méridien du lieu pour lequel on demande le plus petit crépuscule ; AP l'axe du monde ; BC l'horison du lieu ; *bc* le parallèle à l'horison correspondant à la nuit totale (l'arc crépusculaire *Bb* étant pour Paris de 18°.).

Les deux cônes, auxquels il s'agit de mener un plan tangent commun, ont leur sommet en A ; le premier a pour base le cercle du diamètre *bc*, le second a pour génératrice la droite AB, tournant autour de l'axe AP.

La tangente *cd* au point *c* du méridien ayant coupé la verticale A*d* au point *d*, soit fait A*f* égale à *cd*, et *ef* perpendiculaire à A*d* ; la droite *dl* perpendiculaire à *ed* coupe le parallèle *bc* au point *l*, par lequel, si on mène *lh* perpendiculaire à AP, on aura la projection RQ (sur le plan du méridien) du parallèle à l'équateur, décrit par le soleil le jour du plus petit crépuscule.

Appliquant le calcul à cette construction, on arrive au résultat indiqué dans la lettre précédente ; en effet, nommons φ l'arc crépusculaire *Bb*, ψ l'élévation du pôle PAC, et faisons le rayon AC = 1, on aura :

$$Af = cd = \frac{\cos\varphi}{\sin\varphi},\ Ad = \frac{1}{\sin\varphi},\ fd = \frac{1-\cos\varphi}{\sin\varphi}$$

$$ef = \frac{\cos\varphi\cos\psi}{\sin\varphi\ \sin\psi},\ dm = \frac{\cos\varphi^2}{\sin\varphi},\ lm = \frac{\sin\varphi\cos\psi}{\sin\psi},\ Ak = \frac{\sin\varphi}{\sin\psi};$$

les triangles semblables *efd*, *lmd* donnent la proportion :

$$ef : fd :: dm : lm = \frac{\cos\varphi\ \sin\psi\,(1-\cos\varphi)}{\sin\varphi\ \cos\psi}.$$

$$kl = km + lm = \frac{\sin\varphi^2 - \sin\psi^2\,(1-\cos\varphi)}{\sin\varphi\sin\psi\cos\psi};$$

dans le triangle *kgl*, on a $1 : \cos\psi :: kl : kg$; d'où l'on tire :

$$kg = \frac{\sin\varphi^2 - \sin\psi^2\,(1-\cos\varphi)}{\sin\varphi\ \sin\psi};$$

connoissant A*k* et *kg*, la différence A*g* de ces deux droites est

le sinus de la déclinaison du soleil le jour du plus petit crépuscule ; car on a :

$$Ag = \frac{\sin\psi\,(1-\cos\varphi)}{\sin\varphi},\ = \sin\psi\ \text{tang}\ \frac{\varphi}{2}:$$

cette équation donne évidemment la proportion qui se trouve dans la lettre de Bernouilli.

Sur les courbes du second degré.

M. Brianchon, élève, m'a remis l'analyse d'un mémoire dans lequel il prouve par la géométrie seule, plusieurs propriétés des courbes des surfaces du second degré, dont quelques-unes lui appartiennent ; ce mémoire est destiné pour le Journal de l'École, j'en extrais la proposition suivante :

« *Si tous les côtés d'un hexagone quelconque touchent une même* « *courbe du second degré, les trois diagonales, prolongées s'il* « *le faut, se croisent en un même point.* »

Ce théorème conduit au suivant :

Dans tout pentagone circonscrit à une courbe du second ordre, si l'on trace deux diagonales qui ne partent pas d'un même sommet du pentagone, elles se croiseront en un point situé sur la droite qui joint le cinquième sommet avec le point de contact, du côté opposé à ce sommet.

Cette propriété donne sur-le-champ la résolution de ce problême : « déterminer les points où cinq droites connues sont « touchées par une même courbe du second ordre. »

Les points étant trouvés, on fait voir comment on peut obtenir les autres points de la courbe par une construction très-simple et qui n'exige, ainsi que la précédente, d'autre instrument que la règle.

La courbe étant construite, on se propose de lui mener une tangente par un point pris au-dehors ; la construction s'effectue comme les deux premières sans l'intervention du compas, et sans qu'il soit besoin de connoître autre chose que le contour de la courbe. H. C.

PHYSIQUE.

Expérience sur le magnétisme de la pile électrique.

Par M. Hachette.

Les deux fluides que les physiciens ont admis pour l'explication des phénomènes électriques et magnétiques, diffèrent entre

eux par certaines propriétés, et ils en ont d'autres qui leur sont communes. Un grand nombre d'expériences ont eu pour objet la comparaison et le rapprochement de ces fluides : M. Desormes (1) et moi avions pensé que la pile électrique pourroit être employée comme un nouveau moyen de remplir le même objet; après avoir vérifié qu'une barre d'acier foiblement aimantée et placée dans un bateau flottant sur une eau tranquille, prenoit en très-peu de tems la direction de l'aiguille aimantée d'une boussole, nous nous sommes proposés d'observer la pile électrique dans une position semblable; nous desirions donner à cette pile une grande longueur et néanmoins éviter une trop grande augmentation de poids dans la charge du bateau. Pour remplir ce double but, nous fîmes étamer des tôles minces de cuivre avec un alliage de zinc et étain, et au moyen d'un emporte-pièce d'acier, nous avons fait découper environ 1400 plaques, du diamètre 0,^{mt}035; 40 de ces plaques pesoient environ 60 grammes.

A l'époque où nous nous occupions de ce travail, M. Orsted fit imprimer dans le Journal de physique (brumaire an 12) un mémoire de M. Ritter sur les piles que ce physicien appeloit *secondaires*; la conséquence principale des faits rapportés dans ce mémoire est que « *la terre a des pôles électriques comme elle* « *a des pôles magnétiques, et qu'il faut ajouter au méridien élec-* « *trique un méridien magnétique.* » (Tome 57, page 363 du Journal de physique.)

M. Desormes m'ayant engagé à terminer seul le travail que nous avions commencé ensemble, j'ai monté une pile de 1400 pièces préparées comme il vient d'être dit, et séparées par d'autres pièces de carton mouillé d'une eau un peu salée. Cette pile étoit supportée dans le sens de sa longueur, par des tubes de verre presque pleins; l'ayant isolée, je la couchai horisontalement dans un petit bateau qui flottoit sur une eau parfaitement tranquille : sa longueur étoit environ un mètre. On pouvoit espérer que la pile ainsi placée obéiroit à la moindre force qui tendroit à lui donner une direction déterminée. Je me suis assuré qu'elle étoit indifférente à toute espèce de direction : des barres et des fils d'acier trempé, placés entre les deux pôles de la pile, ainsi qu'il est dit par M. Ritter pour des fils d'or (page 365 du mémoire cité), ne se sont pas aimantés sensiblement.

Aucune pile ne m'avoit encore présenté les phénomènes électriques d'une manière aussi intense que cette dernière; sans avoir

(1) Ancien élève de l'École, alors répétiteur de chimie à la même École.

recours au condensateur, les lames d'or de l'électromètre, placé à une des extrémités de la pile, non seulement divergeoient sensiblement au premier instant, mais la divergence croissoit avec le tems; et après un tems assez court, que cependant on apprécioit facilement, ils s'écartoient au point de frapper les parois du vase qui les contenoit; j'ai observé ces mêmes effets pendant sept jours; le huitième l'action de la pile avoit cessé, et la pile même ne pouvoit plus être remise dans son état primitif, parce que l'oxidation avoit enlevé une grande partie de l'étamage des plaques.

La commotion qu'on éprouvoit à l'aide de cette pile, étoit très-foible, ce qui prouve que cet effet physiologique ne dépend pas seulement de la *tension* de l'électricité sur le dernier couple de la pile, mais encore de la faculté plus ou moins conductrice de la substance humide qui sépare les plaques métalliques.

ÉTABLISSEMENS DIRIGÉS PAR DES PROFESSEURS DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Ecole des sciences et de belles-lettres (rue de Sève, n°. 106.).

L'objet de cette institution est de donner aux jeunes gens une éducation libérale et complette sous le double rapport des langues anciennes et des sciences physiques et mathématiques: MM. *Neveu*, *Poisson* et *Hachette*, professeurs de l'Ecole polytechnique, se sont associés à leur ami commun, M. *Thurot*, qui dirige l'instruction littéraire.

Le prix de la pension annuelle est de 2,500 francs.

Ecole d'architecture (rue de Seine, n°. 6, près le pont des Arts), dirigée par MM. Durand et Hachette.

Il y a habituellement à Paris un grand nombre de jeunes gens qui se livrent à l'étude des arts, tels que la peinture, la sculpture et l'architecture : on sait par expérience que ces jeunes gens quoique très-studieux et consacrant un tems considérable à leur instruction, demeurent néanmoins, pour la plupart, étrangers aux élémens des sciences physiques et mathématiques qu'il leur importe le plus de connoître; la géométrie descriptive que tous les officiers sortis de l'Ecole polytechnique regardent à juste titre comme la *science de l'ingénieur*, leur est entièrement inconnue.

Le but de l'*Ecole d'architecture*, dirigée par MM. Durand et Hachette, est d'offrir aux jeunes artistes une instruction qui com-

prenne les élémens des mathématiques et de physique, la géométrie descriptive et ses applications, l'architecture et les arts du dessin.

M. Boisbertrand, ancien élève à l'Ecole polytechnique, fait dans l'*Ecole d'architecture* un cours spécial de mathématiques pour les candidats à l'Ecole polytechnique: ces candidats y apprennent aussi les arts du dessin, les élémens de la langue latine et de la littérature française.

Les salles d'études sont ouvertes tous les jours depuis huit heures du matin jusqu'à quatre heures du soir.

La souscription par trimestre est de 90 francs.

LIVRES PUBLIÉS PAR DES PERSONNES DE L'ÉCOLE.

Essais sur l'enseignement en général et sur celui des mathématiques en particulier, par M. Lacroix, an 14 (1805), 1 vol. *in*-8°.

La Physique réduite en tableaux raisonnés, par M. Barruel, bibliothécaire, 2e. édition, 38 tableaux, formant 1 vol. *in*-4°.

Précis des leçons sur le calorique et l'électricité, par MM. Monge et Hachette.

Philosophie chimique, ou vérités fondamentales de la chimie moderne, par M. Fourcroy, 1 vol. *in*-8°. troisième édition.

---

§. II.

CONSEIL DE PERFECTIONNEMENT.

La sixième session du conseil de perfectionnement de l'École polytechnique, créé par la loi du 25 frimaire an 8 (1), a été ouverte cette année le 15 brumaire, sous la présidence de M. Lacuée, gouverneur : on présentera le tableau de ses opérations, lorsque le rapport en aura été fait au Gouvernement.

LISTE DES MEMBRES DU CONSEIL DE PERFECTIONNEMENT.

Gouverneur de l'Ecole polytechnique, président du Conseil.

M. Lacuée.

(1) Voyez cette loi, page 168.

Examinateurs pour l'admission dans les services publics.

MM. Bossut, Legendre, Malus, Vauquelin, Haüy.

Membres de l'Institut national, nommés par la classe des sciences mathématiques et physiques.

MM. Laplace, Berthollet, Lagrange.

Agens supérieurs des services publics, nommés par le ministre de la guerre.

MM. Truffet-St.-Martin, colonel d'artillerie; Allent, chef de bataillon du génie; Jacotin, chef du bureau de topographie.

Nommés par le ministre de la marine.

MM. Sugny, inspecteur général d'artillerie de la marine; Sané, inspecteur général du génie maritime.

Nommés par le ministre de l'intérieur.

MM. Lelièvre, membre du conseil des mines; Gauthey, membre du conseil des ponts et chaussées.

Nommé par M. le Gouverneur.

M. Vernon, commandant en second, directeur des études.

Commissaires nommés par le conseil d'instruction de l'Ecole polytechnique.

MM. Monge, Guyton, Hachette, Poisson.

Quartier-maître, secrétaire.

M. Marielle.

---

§. III.

PERSONNEL.

Nomination à des places dans l'École.

M. le Gouverneur a nommé trois examinateurs temporaires pour l'admission dans les services publics; savoir :

En physique : M. Haüy, *membre de l'Institut*, en remplacement de M. Barruel, nommé bibliothécaire.

En chimie : M. Vauquelin, *membre de l'Institut* (les années précédentes, l'examen de physique et de chimie, étoit fait par la même personne).

En géométrie descriptive : M. Malus, ancien élève, chef de

bataillon du génie, en remplacement de M. Ferry, qui voyage actuellement en Russie.

M. Jean-Ambroise Gault, docteur en médecine de l'école de Paris, et l'un des chirurgiens établis pour l'admission des malades à l'hôtel-Dieu de Paris, a été nommé par M. le gouverneur chirurgien de l'Ecole polytechnique : sa nomination est du 13 vendémiaire an 14.

ADMISSION DANS LES SERVICES PUBLICS.

Le jury présidé par M. le Gouverneur, et composé des deux examinateurs permanens, MM. le Gendre et Bossut, de MM. les examinateurs temporaires, ont arrêté le 13 brumaire an 14, les listes suivantes, par ordre de mérite; savoir :

ARTILLERIE. — MM. Bouteiller, Ravenel-Boisteilleul, Duperche, Lechesne, Bernard, Mérel (aîné), Fresnel (aîné), Perrin, Roy, Massias, Vion, Vaquier, Besaucele, Michel (aîné), Lefebvre E. L., Hamart, Raulin, Lenoury, Chappuis, Bourgeois A., Guérard, Admyrauld, Thouvenel, Moreton, Crouzet, Lemoine, Curel, Georges, Deshaulles, Solomiac, Chonet-Bollemont, Taillefert, Delacroix. Garnier P. A, Bourriot, Bourgeois, J. B. Bignon, Radet, Philibert, Dussaussoy, Mazeret, Tortel . . . . . 42.

GÉNIE-MILITAIRE. — MM. Sea dit Soye, Bergere, Olry, Dumoncel, Gérard, Boyer, Dehauteclocque, Lemetayer-Kerdaniel, Fournier, Michaud, Gallois, Paulin, Vincent, Cathala, Dubarry-Lesqueron, Aillaud . . . . 16.

PONTS ET CHAUSSÉES. — MM. Livet, Decazes, Bazaine, Hoguer, Léger, Vuitry, Bétourné, Gardeur-Lebrun, Maury, Gricourt, Mérel (jeune), Defontaine, Delaporte, Mathieu, Destrem (aîné), Dru, Martret (1), Bouvier, Folliart, Thénard, Biot, Husson. 22.

MINES. — MM. Charbaut, Garnier A. J. F., Leboullenger, Cousin, Voltz, Robert. (2) . . . . 6.

---

(1) Elève admis en ventose an 9 et sorti en pluviose an 12, par ordre du ministre de la marine.

(2) MM. Leboullenger et Voltz restent à l'Ecole en attendant des places vacantes dans les mines.

Nombre total des élèves admis dans les services publics en l'an 14 . . . . 86.

Admis dans les troupes de ligne.

M. Raymond J. E., nommé sous-lieutenant dans le 25e. régiment d'infanterie de ligne . . . . 1.

Démissionnaires.

MM. Simon (21 frimaire an 13), Brissot (11 nivose an 13), Malartic (11 nivose an 13), pour entrer au ministère des relations extérieures; Verhulst (4 pluviose an 13). Stahl (5 ventose an 13), Bernard (23 germinal an 13), Bengy (30 germinal an 13), Jouye-Desroches (20 floréal an 13), Rival (8 messidor an 13), Parisot (13 messidor an 13), Fesquet (5 thermidor an 13), Beaumont (16 fructidor an 13), Berthois (aîné) (16 fructidor an 13) : ces deux derniers passés à l'école militaire de Fontainebleau; Raymond A. L. J. F. (1er. vendémiaire an 14), Vignolle (1er. vendémiaire an 14) (1), Richard (3 vendémiaire an 14), Aubert-Vincelles (brumaire an 14), Devère (*Idem*), Empereur (*Idem*), Lobstein (*Idem*). 20

Mort.

M. Barreaux (27 ventose an 13) . . . . 1.

Nombre total des élèves sortis de l'Ecole, du 1er. frimaire an 13, au 30 brumaire an 14. . . . . 105.

ADMISSION A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Le jury présidé par M. le Gouverneur, et composé des deux examinateurs permanens MM. Bossut et Legendre, de MM. les examinateurs temporaires (2) Dinet, Monge (Louis), Lévêque, Francœur, Biot, a arrêté, le 6 brumaire an 14, la liste des candidats rangés par ordre de mérite, d'après laquelle ont été admis, à dater du 1er. frimaire an 14, les 125 élèves dont les noms suivent par ordre alphabétique.

---

(1) Ces deux derniers n'ont pas paru à l'Ecole depuis leur admission.

(2) Les examens ont eu lieu dans les mêmes villes que l'année précédente. (Voyez la Correspondance, pag. 89.)

LISTE par ordre alphabétique des Elèves admis à l'Ecole, à dater du 1er. frimaire an 14.

Nom.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Albrespit	Jean-Marie-Claude	Bétaille	Lot.
Alexandr.-Garlan	L.-Marguer.-Claude	Guingamp	Côtes-du-Nord.
Allou	Charles-Nicolas	Paris	Seine.
Aubé - Bracquemont	Joseph	Rheims	Marne.
Aubertin	Pierre	Metz	Moselle.
Audéoud	Jacques-Gédéon	Genève	Léman.
Baillieu	Cyrille-Emman.-Jos.	Lille	Nord.
Barbaud	J.-Jos.-Auguste	Besançon	Doubs.
Barbier	Etienne-François	Metz	Moselle.
Barbier	Jean-Marie	Laguieu	Ain.
Barbolain	Alexis	Chaumont	Haute-Marne.
Bardel	Nicolas-Ursin	St.-Julien-le-Faucon	Calvados.
Belet	Pierre-François	St.-Sauveur	Haute-Saône.
Bellonet	Adolphe-Pier.-Marie	Béthune	Pas-de-Calais.
Belly	Nicolas-Joseph	Troyes	Aube.
Belpaire	A.-Sidr.-Guil.-Andr.	Ostende	Lys.
Besançon (1)	Pierre	Rézonville	Moselle.
Besser	Pier.-Hen.-Ph.-Cl.	Mets	*Idem.*
Bétourné	Jacq.-Pierre-Joach.	Caen	Calvados.
Bidard	Nicolas-Jean-Bapt.	Lorient	Morbihan.
Bineau	Amand	Tours	Indre-et-Loire.
Bizos	Charles-Pierre	Versailles	Seine-et-Oise.
Boistard	Louis-Charles-Alph.	Le Mans	Sarthe.
Bonnaud	Jean-Marie	Paris	Seine.
Bouchard	Auguste	Vemars	Seine-et-Oise.
Bouché	Gabr.-Franc.-Eug.	Nantes	Loire-infér.
Boucher	François-Eugène	Laigle	Orne.
Bouyer	Antoine-Alexis.	Rochefort	Charente-infer.
Brédif	Jean-Jacq.-Simon	Paris	Seine.
Bresson	Louis-Jean-Marie	Mezin	Lot-et Garonne
Caffort	Jean-Antoine	Narbonne	Aude.
Carré	Eug.-Anne-Germain	Paris	Seine.
Cauchy	Augustin-Louis	*Idem*	*Idem.*
Chancel-Lagrange	L.-Victor-Alex.-Jos.	Notre de Razac	Dordogne.
Clément-Desnos	Jean-Louis	Granville	Manche.
Compère	Thomas-Joseph.	Sarlat	Dordogne.
Cornil	Jacques-Louis-Jacob	Brassac	Tarn.
Cornuel	Thomas-Richard	Boulogne	Pas-de-Calais.

(1) A fait partie de l'Ecole en l'an 11.

Nom.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Costa	Ange-Pascal	Bastelica	Liamone.
Coster	André-Joseph-Vict.	Paris	Seine.
Crozet	Benoît	Villefranche	Rhône.
Damoiseau	Alphonse-François	Autun	Saône-et-Loire.
De Behr	Jean-Jos.-Alexandre	Maëstricht	Meuse-infér.
Debroca	Alexis-Vinc.-J.-Pier.	Montauban	Lot.
Degéac	Isaac-Jean-François	Saint-Sornin	Charente-infér.
Delabigne	Marie-Franc.-Hénry	Versailles	Seine-et-Oise.
Delaplace	Ch.-Emile-Pier.-Jos.	Paris	Seine.
Delorme	Jean-Baptiste	Versailles	Seine-et-Oise.
Demailler	François-Justin	Rambervillers	Vosges.
D'Hardivilliers	Augustin-Ch.-Henry	Saint-Omer-en-Chaussée	Oise.
Donzé	Franc.-Joseph-Gabr.	Salins	Jura.
Ducluzeau	Charles	Paris	Seine.
Duquesnoy	Auguste-Jean-Bapt.	Briey	Moselle.
Emmery	Henri Charles	Calais	Pas-de-Calais.
Even	Félix-Marie	Lorient	Morbihan.
François	Charles-Gabriel	Sarrebourg	Meurthe.
Gattée	Jean-Alexandre	Caluga, près Moscow	(Russie.)
Genet	Ferdinand	Dôle	Jura.
Girault	Pierre	Moulins	Allier.
Girault	Jean-Pierre	Versailles	Seine-et-Oise.
Gobert	Charles-Théodore	Paris	Seine.
Gossuin	César-Eugène	Avesnes	Nord.
Grandin	Henri-Pierre-Félix	Elbeuf	Seine-inférieur.
Guillemain	Mic.-Jac.-Laur.-Ger.	Autun	Saône-et-Loire.
Guingret	Pierre-François	Valognes	Manche.
Guyardin	Jean-Baptiste-Louis	Langres	Haute-Marne.
Hanin	Charles	Joinville	Haute-Marne.
Henry	Charles-Hubert	Nancy	Meurthe.
Honoré	Hyppolite-Maurice	Paris	Seine.
Hudry	Jean-Pierre	Saint-Dizier	Haute-Marne.
Jacquand	J.-J.-Didier-Franç.	Châteauchinon	Nièvre.
Jeannest-Lanoue	Henri-Nicolas-Raim.	Saint-Florentin	Yonne.
Jousselin	Alexandre-Louis	Blois	Loir-et-Cher.
Laloux	L.-Aimé-Florent-Al.	Maubeuge	Nord.
Laman	Casimir-Nic.-Sébast.	Paris	Seine.
Lamezan	Jean-Louis-Gabriel-Hugues-Léon	Mauvesin de Lille	Haute-Garonne
Lapique	Augustin-Alexandre	Epinal	Vosges.
Larmandie	Jean	Bergerac	Dordogne.
Lebel	Louis-Urbain	Paris	Seine.
Lefrançois	Armand-Louis-Marie	*Idem*	*Idem.*
Legroux	Antoine-André-Jos.	Douay	Nord.
Le Roy	Jean-Louis-Edouard	Mezières	Ardennes.
Le Sueur	Ant.-Franç.-Henri	Paris	Seine.

Nom.	Prénoms.	Lieux de naissance.	Départemens.
Loyer	André	Amiens	Somme.
Loysel	Julien-Aimé-Anne-Bénigne	Fougères	Ille-et-Vilaine.
Lyautey	Hubert-Joseph	Villefaux	Haute-Saône.
Maignal	Bernard-Martial	Alby	Tarn.
Mainville	Charles-Emmanuel	Uzès	Gard.
Marmion	Jacques-Félix	Grenoble	Isère.
Marry	Joseph-Hyppolite	Allières et Risset, près Grenoble	Isère.
Massot	Antoine	Beziers	Hérault
Maugé	Camille-Jean	Rennes	Ille et-Vilaine.
Maulbon	Denis-Pierre	Dijon	Côte-d'or.
Mauroy de Merville	Joseph-Jacq.-Henri	Bruxelles	Dyle.
Mayer	Mathias	Mutzig	Bas-Rhin.
Megret-Serilly	Anne-Franç.-Victor	Paris	Seine.
Moullin	Jean-Bapt.-Clément	La Pooté	Mayenne.
Nault	Jean-Baptiste	Dijon	Côte-d'or.
Navier	Jean-Baptiste	Rheims	Marne.
Ordinaire	Gab.-Ed.-Clde.-Eug.	Besançon	Doubs.
Petit	Louis-J.-B.-Desiré	Paris	Seine.
Peupion	Jean-Louis	Metz	Moselle.
Picot	Joseph-Alexand.-Ed.	Abbeville	Somme.
Potier	Charles-Michel	Paris	Seine.
Pouchot	Auguste-Louis	Theys	Isère.
Poupart	Jean-Baptiste-Franç.	Les Marats, près Bar sur Ornain	Meuse.
Provisier	Célestin	Maubenge	Nord.
Puget	Franç.-Xavier-Aug.	Pontarlier	Doubs.
Revol	Ennemond	Romans	Drôme.
Rivière	Claude-Vincent	Bar sur Aube	Aube.
Robert	Christophe	Saint-Aignan	Loir-et-Cher.
Robillard	Théophile-Léon	Caen	Calvados.
Roche	Jea.-P.-L.-Antide	Saint-Claude	Jura.
Sasmayous	Jérôme-François	Mur de Barrès	Aveyron.
Sigogne	Pierre-René-Achille	Nantes	Loire-infér.
Sturtz	Louis-Charles-Henri	Deux-Ponts	Mont-Tonnerr.
Valessie	Louis-Joachim-Jos.	Beziers	Hérault.
Vanloo	Jules-Eudoche	Saint-Martin-le-Vinoux	Isère.
Vassal	Charles-Romain	Le Bugue	Dordogne.
Verdier	Joseph	Sarlat	Dordogne.
Viard	Ezechias-Aug.-Hen.	Le Havre	Seine-inférieur.
Vimont	L.-Pierre-Fr.-René	Rennes	Ille-et-Vilaine.
Voisin	Pierre-Augustin	Caen	Calvados.
Zaiguelius	François-Xavier	Neuf-Brissac	Haut-Rhin.
Zeis	Cl.-Vinceslas-Elisab.	Strasbourg	Bas-Rhin.

Ce tableau joint à ceux qui précèdent, porte le nombre des Elèves admis à l'Ecole, depuis l'époque de son établissement (frimaire an 3) jusqu'en frimaire an 14 inclusivement, à 1662. (1)

Nombre des candidats examinés en l'an 14. — 293; savoir : à Paris, 103; — dans les départemens, 190.

Nombre des examinés admis. — 125; savoir : Paris, 51; — dans les départemens, 74.

Nombre total des élèves composant l'Ecole au 1er. frimaire an 14. . . . . 319.

§. IV.

ACTES DU GOUVERNEMENT

Concernant l'Ecole polytechnique et son organisation.

Un décret impérial rendu à Saint-Cloud le 9 germinal an 13, ordonne que l'École polytechnique soit transférée du palais Bourbon au collège de Navarre.

EXTRAIT *du registre des délibérations du Conseil d'administration de l'Ecole polytechnique.*

Du 5e. jour complémentaire an 13.

Sa majesté l'Empereur et Roi ayant, par son décret du 22 fructidor an 13, changé le régime de l'École polytechnique, le Conseil d'administration a jugé convenable de donner à ce décret toute la publicité nécessaire, en le faisant réimprimer et l'adressant aux préfets des départemens, aux examinateurs, aux chefs des divers établissemens d'instruction publique, et aux parens des élèves faisant en ce moment partie de l'École.

Le Conseil a jugé également convenable de faire imprimer à la suite du décret du 22 fructidor, celui du 3 messidor an 12, relatif au mode de paiement de la pension des vélites, la composition du trousseau que doivent apporter les élèves, l'ordre qui règle l'uniforme que porteront les élèves, enfin la délibération qui fixe l'époque à laquelle commencera l'année des études et le paiement des pensions.

(1) On n'a pas tenu compte du petit nombre d'élèves qui ont été admis deux fois à l'Ecole polytechnique.

Décret impérial du 22 fructidor an 13.

I. Tout individu qui sera admis à l'avenir à l'École polytechnique en qualité d'élève, devra verser entre les mains du Conseil d'administration de cette École, une pension annuelle de 800 francs; cette pension sera assurée et payée ainsi qu'il est prescrit pour les pensions des vélites.

II. Outre la pension prescrite par l'article 1er., chaque élève devra, en entrant à l'École, être pourvu d'un trousseau semblable à celui qui a été déterminé pour l'école spéciale militaire, et se fournir, à ses frais, les livres de tous genres, les règles, compas et crayons qui lui sont personnellement nécessaires.

III. Au moyen de ces sommes et conditions, le Conseil d'administration de l'École pourvoira au logement des élèves, à leur nourriture, habillement, équipement, chauffage, éclairage, tant en santé qu'en maladie, et à la fourniture des plumes, papier, encre et autres menus objets nécessaires à leur instruction.

IV. Les élèves actuellement admis seront de même tenus, à dater du 1er. vendémiaire an 14, de remplir les conditions prescrites par les articles I et II ci-dessus.

Ceux à qui la situation de leur fortune ne permettra pas de les remplir, adresseront au gouverneur de l'École les pièces qui feront connoître l'impossibilité où ils sont de satisfaire à la totalité ou partie des obligations qui leur sont imposées.

Nous nous réservons de statuer sur le sort des sujets distingués qui se seroient présentés aux concours, et à qui la modicité de leur fortune ne permettroit pas de payer la totalité de la pension.

Notre ministre de l'intérieur nous fera sur le tout un rapport.

Décret impérial concernant les Vélites.

Au palais de Saint-Cloud, le 3 messidor an 12.

Napoléon, Empereur des Français, sur le rapport du ministre de la guerre, le conseil d'état entendu, décrète :

I. Nul conscrit ne sera admis dans le corps des vélites que lorsqu'un de ses parens ou amis aura pris par écrit, envers le préfet de son département, l'engagement de payer la pension exigée par l'article VI de l'arrêté du 30 nivôse an 12.

II. La pension de chaque conscrit entré dans les vélites devra parvenir sans frais au Conseil d'administration du régiment de la garde impériale, à la suite duquel sera le corps de vélites dans lequel le conscrit aura été admis.

Cette pension sera payée d'avance, au moins pour un trimestre, et avant le 15 du dernier mois du trimestre courant.

III. L'individu qui se sera engagé à fournir la pension d'un vélite, sera tenu de faire parvenir au préfet du département du conscrit, avant le premier jour de chaque trimestre, la preuve de l'acquittement de ladite pension.

A défaut de cette preuve, le préfet donnera, contre l'individu en retard, une contrainte comme pour contribution publique.

IV. La pension des vélites ne commencera à courir que du jour où ils seront reçus dans ces corps, et leur solde dans la garde impériale ne sera payée qu'à partir de cette époque. Jusqu'au moment de leur admission, ils seront traités, tant en marche qu'en séjour, comme l'infanterie de ligne.

V. Lorsqu'un vélite cessera de faire partie du corps, par décès, congé absolu ou autrement, le reliquat du produit de sa pension, jusqu'au premier jour du trimestre suivant, restera dans la caisse du Conseil d'administration, par accroissement à la masse générale.

VI. Le trésorier du Gouvernement déduira dans ses décomptes le produit desdites pensions, sur le pied de cinquante-quatre centimes quatre cinquièmes par jour, pour chaque vélite faisant partie du corps, et compris dans les contrôles.

Il établira cette déduction sur le montant de la revue du corps, dont il soldera et portera en dépense le restant net seulement.

VII. Les ministres de la guerre et du trésor public sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Signé NAPOLÉON. Par l'Empereur : *le secrétaire d'état*, signé Hugues B. Maret.

Uniforme des Élèves de l'École polytechnique.

Grand uniforme. Habit bleu de drap de Berry, première qualité, teint en laine ; collet bleu, revers blancs, pattes et paremens noirs en panne, doublure écarlate, passe-poil du parement et des poches, écarlate ; poches en long, garnies de trois gros bou-

tons; contre-épaulettes en drap bleu, doublées d'écarlate; boutons dorés portant l'aigle impérial, avec ces mots autour : *École impériale polytechnique*, 11 gros boutons et 22 petits, un aigle de chaque côté du retroussis, en drap bleu. — Veste de drap blanc fin bonne qualité, 12 petits boutons; culotte de drap blanc fin bonne qualité; guêtres de toile blanche avec boutons en os; chapeau avec bord noir et ganse jaune.

Petit uniforme. Surtout bleu de drap de Berry, première qualité, teint en laine, collet bleu, paremens noirs avec pattes en panne, point de poches figurées, doublure bleu, contre-épaulettes en drap bleu, 10 gros boutons et 8 petits. — Veste en drap bleu, même qualité que le surtout, 12 petits boutons. —Culotte de drap bleu, *idem.* — Guêtres d'estamette noire, 46 boutons de cuivre. — Redingote croisée de drap bleu, deuxième qualité, paremens noirs en botte, 16 gros boutons et 2 petits. — Bonnet de police en drap bleu, liséré écarlate, avec gland.

Arrêté par nous, Gouverneur de l'École polytechnique, pour avoir son exécution à dater du 1er. frimaire.

Paris, le 3 complémentaire an 13.

J. G. LACUÉE.

DÉLIBÉRATION qui fixe l'époque du commencement de l'année des études de l'Ecole polytechnique, transférée au collège de Navarre, conformément au décret du 9 germinal an 13.

Le commencement de l'année des études est et demeure fixé au 29 brumaire an 14, pour cette année, et au 20 novembre de chaque année du calendrier grégorien pour les années subséquentes.

En conséquence de cette disposition, les quartiers des pensions à payer commenceront à courir, savoir, *le premier quartier* le 20 novembre (29 brumaire de l'ère actuelle), *le second quartier* le 20 février, *le troisième quartier* le 20 mai, et *le quatrième quartier* le 20 août.

Par le Conseil d'administration de l'École polytechnique :

Le conseiller d'état Gouverneur de l'Ecole et président du Conseil,

LACUÉE.

Le capitaine quartier-maître-trésorier, secrétaire du Conseil,

MARIELLE.

EXTRAIT du registre des délibérations du conseil d'administration de l'Ecole polytechnique.

Séance du 10 vendémiaire an 14.

INSTRUCTIONS sur les pièces à fournir pour obtenir une remise sur la pension de 800 francs fixée pour chaque élève de l'Ecole polytechnique.

Sa Majesté impériale et royale, en fixant à 800 francs, par son décret du 22 fructidor dernier, la pension à payer par chaque élève admis à l'Ecole polytechnique, s'est réservé de statuer sur le sort des élèves distingués à qui la modicité de leur fortune et de celle de leurs parens ne permettroit pas de payer la totalité de la pension.

Suivant ce décret, les élèves qui sont dans ce cas devront adresser au Gouverneur de l'École les pièces qui peuvent établir la justice de leur réclamation.

En conséquence, les parens des élèves qui croiroient pouvoir prétendre à la remise de la totalité ou d'une partie de la pension de 800 francs, adresseront à M. le Gouverneur, avant l'époque du 15 frimaire prochain, 1°. une pétition qui indique la portion de la pension dont la remise est demandée; 2°. une déclaration énumérative de tous les biens et revenus quelconques, tant de l'élève lui-même que de ses père et mère, et de ses ascendans vivans, au cas où ses père et mère seroient décédés.

Cette déclaration sera divisée comme il suit :

1°. Propriétés foncières et leur revenu, déduction faite des impositions;

Nota. Détailler chacune de ces propriétés et en indiquer la localité.

2°. Revenus en rentes sur l'État ou sur particuliers;

Nota. Détail de chaque partie.

3°. Traitemens, appointemens, honoraires ou salaires pour fonctions publiques ou emplois particuliers;

4°. Revenus provenant de l'exercice des arts libéraux, du commerce, de l'agriculture, des manufactures, des métiers.

La déclaration ainsi détaillée devra être revêtue du certificat du maire de leur commune et de quatre membres au moins du conseil municipal, lesquels déclareront, en leur ame et conscience, qu'ils ne connoissent au pétitionnaire aucune autre propriété ou revenus que ceux énoncés en sa déclaration.

Dans le cas où le pétitionnaire auroit changé de domicile depuis trois ans, il produira semblable certificat donné par le maire et par quatre membres du conseil municipal de sa résidence antérieure.

Cette déclaration générale sera soumise au *visa* du préfet du département.

A cette déclaration générale ainsi détaillée et certifiée, seront jointes les pièces ci-après énoncées :

1°. Pour les propriétés foncières, un extrait des rôles de contribution foncière ;

2°. Pour tous les revenus autres que ceux des propriétés foncières, des extraits des rôles de la contribution personnelle, mobilière et somptuaire ;

3°. Pour les revenus en rentes et pensions, certificat du trésor public et autres constatant la nature et la quotité de la rente ou pension ;

Pour fonctions publiques. 4°. Pour les appointemens, traitemens, honoraires, extrait de l'état de traitement, certifié par le supérieur du fonctionnaire, et portant en outre la déclaration, si le cas y échet, des autres places que le pétitionnaire réunit, suivant la notoriété publique.

Pour emplois particuliers. Certificat du commettant.

Pour les revenus provenant de l'exercice des arts libéraux. Certificat de l'évaluation du loyer, du nombre des domestiques.

Pour les revenus provenant du commerce. Copie de la patente, certificat constatant l'évaluation du loyer, le nombre d'employés et domestiques.

Pour les revenus provenant de l'agriculture. Certificat constatant le genre d'exploitation, le nombre des charrues pour chevaux ou bœufs, le montant des fermages et redevances.

Pour les revenus provenant des usines ou manufactures. Certificat constatant le genre d'exploitation ou établissement, le nombre des ouvriers et employés, la valeur locative des bâtimens occupés.

Pour les revenus provenant des métiers et professions. Patente ; certificat constatant l'évaluation du loyer, le nombre des ouvriers et domestiques.

Nota. Toutes ces pièces devront être légalisées, et les certificats énoncés ci-dessus devront être délivrés par le maire et quatre des membres du conseil municipal.

Si un élève a perdu son père, son tuteur présentera pour lui la pétition, appuyée des mêmes pièces justificatives que dessus.

Lorsque le pétitionnaire croira pouvoir alléguer, en faveur de sa demande, des charges qui diminuent ses facultés, il devra en faire l'exposé à la suite de la déclaration générale.

Cet exposé indiquera,

Sur les père et mère de l'élève, l'âge, les infirmités ;

Sur les enfans, le nombre, le sexe, l'âge, l'état ;

Sur les ascendans et collatéraux à la charge du pétitionnaire, l'âge, les infirmités, l'état, les revenus.

Le tout justifié par certificat comme dessus.

Le général de division conseiller d'état, Gouverneur de l'Ecole polytechnique,

J. G. LACUÉE.

DÉLIBÉRATION du Conseil d'administration de l'École polytechnique.

M. le Gouverneur de l'École ayant donné communication au Conseil, des instructions qu'il a fait rédiger ; relativement au mode de réclamation à suivre par les élèves ou parens qui croiroient avoir droit à la remise de la totalité ou partie de la pension exigée ; le Conseil, considérant qu'il faudra nécessairement beaucoup de tems à M. le Gouverneur pour examiner, avec toute l'attention qu'elles méritent, toutes les pièces qui lui seront adressées, et pour préparer le travail qui devra être mis sous les yeux de sa Majesté impériale et royale, décide que les élèves qui solliciteront la bienfaisance de sa majesté l'Empereur et Roi, ne pourront néanmoins se dispenser de payer d'avance le premier quartier de la pension, et d'apporter le trousseau prescrit.

La présente délibération sera imprimée à la suite des instructions ci-dessus.

Les membres du Conseil d'administration de l'École polytechnique.

Le Gouverneur de l'Ecole, président,

J. G. LACUÉE.

Le capitaine quartier-maître trésorier, secrétaire du Conseil,

MARIELLE.

La loi du 25 frimaire an 8, rendue sous le ministère de M. Laplace, a fixé à cette époque l'organisation de l'École polytechnique; comme elle est citée dans les décrets relatifs à l'École qui ont paru depuis, on a pensé qu'il seroit utile de l'imprimer dans la correspondance.

LOI RELATIVE A L'ORGANISATION DE L'ECOLE POLYTECHNIQUE.

Du 25 frimaire an 8 de la république française, une et indivisible.

La Commission du Conseil des Anciens, créée par la loi du 19 brumaire an 8, adoptant les motifs de la déclaration d'urgence qui précède la résolution ci-après, approuve l'acte d'urgence.

Suit la teneur de la déclaration d'urgence et de la résolution du 23 frimaire :

La Commission du Conseil des Cinq-cents, créée par la loi du 19 brumaire an 8, délibérant sur la proposition formelle de la Commission Consulaire exécutive, contenue dans son message du 2 de ce mois, de statuer définitivement sur l'organisation de l'Ecole polytechnique :

Considérant que la réorganisation de cette Ecole est commandée spécialement par l'intérêt des services publics pour lesquels elle forme des élèves; qu'il convient de lui donner instamment la perfection que le tems et l'expérience ont indiquée, et de régler la dépense qui doit lui être affectée,

Déclare qu'il y a urgence.

La commission, après avoir déclaré l'urgence, prend la résolution suivante :

TITRE Ier. — *Dispositions générales.*

I. L'Ecole polytechnique est destinée à répandre l'instruction des sciences mathématiques, physiques, chimiques, et des arts graphiques, et particulièrement à former les élèves pour les écoles d'application des services ci-après désignés.

Ces services sont, *l'artillerie de terre, l'artillerie de la marine*, le *génie militaire*, les *ponts et chaussées*, la *construction civile et nautique des vaisseaux et bâtimens civils de la marine*, les *mines*, et les *ingénieurs géographes*.

II. Le nombre des élèves de l'Ecole polytechnique est fixé à *trois cents*.

TITRE II. — *Mode d'admission des candidats à l'Ecole polytechnique.*

III. Tous les ans, le premier jour complémentaire, il sera ouvert un examen pour l'admission des élèves; il devra être terminé le 30 vendémiaire. Cet examen sera fait par des examinateurs nommés par le Ministre de l'intérieur, lesquels se rendront à cet effet dans les principales communes de la république.

IV. Ne pourront se présenter à l'examen d'admission que des Français âgés de seize à vingt ans; ils seront porteurs d'un certificat de l'administration municipale de leur domicile, attestant leur bonne conduite et leur attachement à la république.

V. Tout Français qui aura fait deux campagnes de guerre dans l'une des armées de la république, ou un service militaire pendant trois ans, sera admis à l'examen jusqu'à l'âge de vingt-six ans accomplis.

VI. Les connoissances mathématiques exigées des candidats seront, les élémens d'arithmétique, d'algèbre, de géométrie et de mécanique, conformément au programme qui sera rendu public, trois mois au moins avant l'examen, par le Ministre de l'intérieur, sur la proposition du conseil de perfectionnement.

VII. Les examens d'admission sont publics. Les administrations des lieux où ils se feront, chargeront un de leurs membres d'y assister.

VIII. Chaque candidat déclarera à l'examinateur le service public pour lequel il se destine : sa déclaration sera insérée au procès-verbal de son examen, et les élèves n'auront pas la faculté de changer leur destination primitive.

Les Ministres indiqueront, avant l'ouverture des examens, le nombre des élèves nécessaire pour remplir les besoins présumés des différens services pendant l'espace de l'année, afin qu'il soit assigné à chacun de ces services un nombre d'élèves au moins égal à celui indiqué par les Ministres.

IX. Le 6 brumaire, au plus tard, les examinateurs se réuniront à Paris; et concurremment avec les deux examinateurs de mathématiques, pour la sortie des élèves dont il sera parlé ci-après, ils formeront le jury d'admission.

X. Ce jury arrêtera la liste, par ordre de mérite, de tous les candidats jugés en état d'être admis, il l'adressera au Ministre de l'intérieur, qui expédiera les lettres d'admission suivant l'ordre de la liste, et jusqu'à concurrence des places à remplir.

XI. Les élèves admis auront le grade de sergens d'artillerie.

Ils seront tenus de se rendre à l'Ecole polytechnique pour le 1er. frimaire : ils recevront pour leur voyage le traitement de leur grade, marchant sans étape, sur une feuille de route qui leur sera délivrée par le commissaire des guerres de l'arrondissement de leur domicile, à la vue de leur lettre d'admission.

TITRE III. — *Objet de l'enseignement ; mode et durée de l'enseignement.*

XII. L'enseignement donné aux élèves, leurs études et leur travail, auront pour objet les mathématiques, la géométrie descriptive ; la physique générale, la chimie et le dessin.

Relativement aux mathématiques.

XIII. Les élèves augmenteront leurs connoissances, de toute l'analyse nécessaire à l'étude de la mécanique : ils feront un cours de mécanique rationnelle ; ils recevront une instruction étendue, tant orale que graphique, sur la géométrie descriptive pure ; enfin ils feront des cours d'application de la géométrie descriptive aux travaux civils, à la fortification, à l'architecture, aux mines, aux élemens des machines, et aux constructions navales.

Relativement à la physique et à la chimie.

XIV. Les élèves feront, chaque année, un cours de physique générale, un cours de chimie élémentaire, un cours de minéralogie et chimie appliquées aux arts ; enfin ils seront exercés aux manipulations chimiques.

Relativement au dessin.

XV. L'instruction embrassera tous les genres propres à former la main, l'intelligence et le goût des élèves.

XVI. Toutes ces études se feront dans l'espace de deux années : leur répartition, l'emploi du tems, les développemens des diverses parties, seront déterminés par un programme fait chaque année par le conseil de perfectionnement.

TITRE IV. — *Régime et discipline des élèves.*

XVII. Les élèves porteront un habillement uniforme, avec boutons portant ces mots : *Ecole polytechnique.*

XVIII. Les élèves seront partagés en deux divisions : la première, composée des élèves nouvellement admis ; la seconde des élèves anciens.

XIX. Tous les élèves de la seconde division seront tenus, à la fin de leur cours, de se présenter à l'examen pour celui des services publics auquel ils seront destinés : ceux qui s'y refuseroient, se retireront de l'Ecole.

XX. Ceux des élèves qui n'auront pu être admis dans les services publics, seront tenus de se retirer de l'Ecole après leur troisième année.

Pourra néanmoins le conseil de l'Ecole leur accorder une quatrième année, soit pour cause de maladie, soit pour raison du défaut de places dans les services publics, soit enfin en raison du talent reconnu de ceux qui desireroient augmenter leurs connoissances : mais dans tous les cas, le nombre de ces élèves restans ne pourra excéder vingt.

XXI. Dans le cas d'inconduite de la part des élèves, ils pourront être renvoyés de l'Ecole par le conseil d'instruction ; mais ce conseil devra pour cela être composé de douze membres au moins, et il ne pourra prononcer le renvoi qu'après avoir entendu les élèves, et qu'aux deux tiers des voix.

XXII. Les élèves qui auront quitté l'Ecole pour quelque raison que ce soit, ne pourront y être reçus de nouveau qu'après l'intervalle d'une année, et suivant le mode déterminé pour la première admission.

XXIII. Les élèves sortant de l'Ecole par l'effet des articles précédens, commenceront dès-lors leur première année de conscription, s'ils ont vingt ans accomplis.

Le directeur et l'administrateur seront tenus d'en instruire les administrations locales où ressortissent ces élèves.

Les élèves qui, au 12 prairial dernier, faisoient partie de l'Ecole polytechnique, y seront maintenus pour y continuer leurs études ; mais ils seront à la disposition du Ministre de la guerre, comme le sont les élèves des ponts et chaussées, d'après les lois des 9 mars et 16 septembre 1793.

XXIV. Il sera arrêté par le conseil de perfectionnement, sur la proposition du conseil de l'École, un réglement particulier, tant sur l'uniforme que sur les autres objets de police, et les peines de correction qui seront jugées nécessaires pour maintenir le bon ordre, l'assiduité des élèves, et assurer le bon emploi de leur tems.

TITRE V. — *Mode d'examen pour l'entrée des élèves dans les écoles d'application des services publics.*

XXV. Les élèves de la première division subiront, à la fin de leur cours, un examen régulier pour passer dans la deuxième

division. Ceux qui ne seront pas jugés capables d'y être admis, pourront rester encore une année, après laquelle ils se retireront de l'Ecole, si par l'effet de l'examen, ils n'ont pas mérité de passer à la deuxième division.

XXVI. Les examens du concours pour l'admission dans les écoles des services publics, seront ouvert tous les ans à l'Ecole polytechnique, le 1er. vendémiaire, entre les élèves de la deuxième division, et ceux qui, étant sortis de l'Ecole l'année précédente, pourront encore se présenter en concurrence pour cette fois seulement.

XXVII. Les examens pour chacune des divisions, se feront sur toutes les parties de l'enseignement de cette division, conformément aux programmes fournis aux examinateurs par le conseil d'instruction, et arrêtés par le conseil de perfectionnement.

L'examen pour chaque service sera public, et fait en présence d'un officier général ou agent supérieur de ce service, qui sera désigné chaque année par les Ministres respectifs.

XXVIII. Chaque élève ou autre concurrent sorti de l'Ecole, conformément à l'article XXVI, subira trois examens; l'un pour les parties mathématiques, le second pour la géométrie descriptive et le dessin, le troisième pour la physique et la chimie.

XXIX. Il y aura, pour la partie des mathématiques, deux examinateurs qui auront, en outre, des fonctions permanentes à l'Ecole, pour prendre connoissance, dans le courant de l'année, des progrès des élèves.

XXX. Dès que l'examen pour un des services sera terminé, les quatre examinateurs et le directeur de l'Ecole se réuniront en jury pour former la liste, par ordre de mérite, des candidats reconnus avoir l'instruction et les qualités requises pour être admis dans ce service; ils y seront en effet reçus en même nombre que celui des places vacantes, et suivant le rang qu'ils occuperont sur la liste.

XXXI. Si quelque candidat, quoique suffisamment instruit, se trouve affecté d'une infirmité qui le rende peu propre au service auquel il aspire, le jury en exprimera son opinion dans le compte qu'il rendra de l'examen, au Ministre que le service concerne.

TITRE VI. — *Des instituteurs et membres du Conseil d'instruction et administration.*

XXXII. Les agens chargés en chef de l'instruction, de la surveillance et de l'administration de l'Ecole, sont; savoir :

Quatre instituteurs d'analyse et mécanique;
Quatre instituteurs de géométrie pure et appliquée;
Trois instituteurs de chimie;

Un instituteur de physique générale;
Un instituteur de dessin;
Un inspecteur des élèves;
Un adjoint à l'inspecteur des élèves, chargé du cours d'architecture;
Un administrateur;
Un officier de santé;
Un bibliothécaire faisant les fonctions de secrétaire.

Ces dix-huit instituteurs ou agens en chef composeront le Conseil d'instruction et d'administration, qui tiendra ses séances au moins une fois par décade, et qui sera présidé par le directeur ou son suppléant, pris l'un et l'autre parmi les instituteurs.

TITRE VII. — *Du Conseil de perfectionnement.*

XXXIII. Outre le Conseil d'instruction et d'administration, il y aura un Conseil de perfectionnement qui tiendra ses séances pendant brumaire. Les membres composant ce conseil seront, les quatre examinateurs de sortie pour les services publics; trois membres de l'Institut national, pris dans la classe des sciences mathématiques et physiques, parmi ceux qui s'occupent spécialement de la géométrie, de la chimie ou des arts graphiques; les officiers généraux ou agens supérieurs qui auront été présens aux examens d'admission dans les services publics; le directeur de l'Ecole, et enfin quatre commissaires nommés par le Conseil d'instruction parmi les membres qui le composent.

XXXIV. Le Conseil de perfectionnement fera, chaque année, son rapport, sur la situation de l'Ecole, et sur les résultats qu'elle aura donnés pour l'utilité publique.

Il s'occupera, en même tems, des moyens de perfectionner l'instruction, et des rectifications à opérer dans les programmes d'enseignement et d'examen.

TITRE VIII. — *Des agens secondaires.*

XXXV. Le nombre des agens secondaires nécessaire à l'instruction et à l'administration, et leur traitement respectif, seront déterminés à raison du besoin, par le réglement intérieur arrêté par le conseil d'instruction et administration, et approuvé par le ministre.

La somme affectée au traitement de tous ces agens secondaires, ne pourra excéder celle de 61,400 francs.

TITRE IX. — *De la nomination des membres des conseils, examinateurs et autres agens de l'Ecole.*

XXXVI. Les deux examinateurs de mathématiques en service

permanent, seront nommés par le Gouvernement, sur la présentation du Conseil de perfectionnement.

Les autres examinateurs seront appelés, chaque année, à leurs fonctions par le Ministre de l'intérieur.

XXXVII. Le directeur et les membres du Conseil d'instruction et administration seront nommés de la même manière.

La nomination du directeur sera renouvelée après la troisième année.

Son suppléant sera choisi chaque année par le conseil d'instruction.

XXXVIII. La nomination des agens secondaires se fera par le Conseil d'instruction, et sera approuvée par le Ministre de l'intérieur.

XXXIX. En cas d'inconduite ou de négligence de la part des fonctionnaires attachés à l'Ecole, la destitution en sera prononcée par la même autorité à laquelle la nomination a été déférée par les articles précédens.

Titre X. — *Des traitemens et autres dépenses de l'Ecole.*

XL. Chacun des membres du Conseil d'instruction et administration jouira du même traitement que celui affecté aux fonctions analogues au Muséum d'histoire naturelle et à l'Ecole de santé de Paris.

Le traitement de l'officier de santé sera de 3,000 francs.

XLI. Les deux examinateurs de mathématiques en service permanent, jouiront du même traitement que les instituteurs.

Les autres examinateurs jouiront aussi du même traitement, mais pendant trois mois seulement, sauf une indemnité pour frais de voyage.

XLII. Le directeur, outre son traitement d'instituteur, jouira, à titre d'indemnité, de 2,000 francs par an.

XLIII. Les élèves jouiront de la solde de 98 centimes par jour, affectée au grade de sergent d'artillerie, par la loi du 23 fructidor an 7.

Ce traitement sera payé comme subsistance militaire, sur les fonds de la guerre, entre les mains de l'agent comptable de l'Ecole, et d'après le contrôle nominatif dûment certifié par l'administrateur, et visé par le commissaire des guerres.

XLIV. Outre la solde fixée par l'article précédent, il sera alloué chaque année une somme de vingt mille francs, dont la distribution sera réglée par le Conseil d'instruction à raison de dix-huit

francs par mois, au plus, aux élèves qui lui auront justifié ne pouvoir se passer de ce secours.

XLV. La somme affectée aux consommations journalières des élèves, aux expériences de physique et de chimie, au perfectionnement des porte-feuilles et collections, aux dépenses d'entretien des bâtimens, et aux frais de tournée pour les examens, ne pourra excéder soixante-un mille cinq cents francs.

XLVI. Cette somme sera répartie d'après les arrêtés du Conseil de perfectionnement et les états estimatifs de l'administration, approuvés chaque année par le Ministre de l'intérieur, selon les besoins de l'Ecole.

XLVII. Les dépenses de l'établissement seront ordonnancées par le même Ministre, et sur les fonds y affectés chaque année par le corps législatif.

Titre XI. — *De la relation des écoles d'application des services publics avec l'Ecole polytechnique.*

XLVIII. En conséquence des articles précédens, et pour leur entière exécution, il sera fait incessamment toutes les dispositions pour fixer la relation nécessaire entre l'Ecole polytechnique et les écoles d'application des services publics.

XLIX. Chaque Ministre, en ce qui le concerne, chargera les officiers généraux ou agens supérieurs des services publics, faisant partie du Conseil de perfectionnement, de proposer audit Conseil des programmes d'instruction pour les écoles d'application, de manière que l'enseignement y soit en harmonie et entièrement co-ordonné avec celui de l'Ecole polytechnique.

L. Ces programmes seront approuvés et arrêtés définitivement par les Ministres respectifs, pour être ensuite rendus publics et suivis dans les écoles d'application.

LI. L'école de Châlons sera une école d'application pour l'artillerie, à l'instar de celle de Metz pour le génie militaire, de celle de Paris pour les ponts et chaussées, les mines et les géographes.

LII. Toutes dispositions de loi contraires à la présente sont rapportées.

LIII. La présente résolution sera imprimée.

Signé Jacqueminot, *président*;

Alex. Villetard, Frégeville, *secrétaires*.

Le programme des connoissances exigées en 1806, pour l'admission à l'École polytechnique a été arrêté, ainsi qu'il suit :

1°. L'arithmétique et l'exposition du nouveau système métrique; on insistera sur l'application du calcul décimal à ce système.

2°. L'algèbre, comprenant la résolution des équations des deux premiers degrés, celle des équations indéterminées du premier degré; la composition générale des équations; la démonstration de la formule du binome de Newton, dans le cas seulement des exposans entiers positifs ; la méthode des diviseurs commensurables; la résolution des équations numériques par approximation ; l'élimination des inconnues dans deux équations d'un degré quelconque à deux inconnues.

3°. La théorie des proportions et des progressions; celle des logarithmes et l'usage des tables.

4°. La géométrie élémentaire; la trigonométrie rectiligne, et l'usage des tables des sinus.

5°. La disscussion complette des lignes représentées par les équations du premier et second degré a deux inconnues; les propriétés principales des sections coniques.

6°. La statique appliquée principalement à l'équilibre des machines simples.

7°. Les candidats seront tenus d'écrire, sous la dictée de l'examinateur, plusieurs phrases françaises, et d'en faire l'analyse grammaticale, afin de constater qu'ils savent écrire lisiblement, et qu'ils possèdent les principes de leur langue.

8°. Ils seront enfin tenus de copier une tête, d'après l'un des dessins qui leur seront présentés par l'examinateur.

Tous ces articles sont également obligatoires.

A compter de l'année 1807, les candidats devront être assez instruits dans la connoissance de la langue latine, pour expliquer les *offices* de Cicéron.

Quoique cet article ne soit pas obligatoire pour le concours de l'an 1806, néanmoins la préférence sera donnée, à égalité de mérite, à ceux des candidats qui auront satisfait à cette condition.

ERRATA.

Pag. lig.

No. 3. 45. 13, *a* pour l'angle, *lisez α* pour l'angle.
46, 5, SH, *lisez* SF.
47. 11, commun au centre. *lisez* commun au cercle.
48, 30, avec un plan donné, *lisez* avec deux plans donnés.

No. 4. 87, 9. en 1559, *lisez* en 1597.
Id., 20, POUR LA SECONDE SECTION, *lisez* POUR LA SECONDE DIVISION.
Id, 28, et pour l'instruction, *lisez* et à l'instruction.
Id., 30, dissuada, *lisez* dissuade.
Id., 32, l'engagea, *lisez* l'engage.

CORRESPONDANCE

SUR

L'ECOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE.

N°. 6. *Juillet* 1806.

§. I. ANALYSE ET GÉOMÉTRIE.

PROBLÈME.

Des jours de l'année où le tems vrai est égal au tems moyen;
par M. Hachette.

Ayant supposé que l'inclinaison de l'écliptique par rapport à l'équateur de la sphère céleste, étoit la seule cause d'inégalité du tems vrai et du tems moyen, on a demandé les jours de l'année pour lesquels ces tems sont égaux ? (*Voyez la Correspondance*, n°. 4, pag. 83.)

La plupart de ceux qui prendront quelque intérêt à la solution de ce problème, auront lu le Système du Monde de M. Laplace, ou les Elémens d'Astronomie de M. Biot; néanmoins il suffira, pour entendre cette solution, d'avoir sur la sphère céleste les connoissances que l'on trouve dans la plupart des géographies, et que nous allons rappeler le plus brièvement possible.

On suppose que la terre est sphérique, qu'elle est animée de deux mouvemens de rotation, l'un autour d'un axe passant par son centre, et que par cette raison on nomme son *axe*, l'autre autour d'une droite menée par le centre du soleil. Le cercle décrit par le centre de la terre autour du soleil se nomme *écliptique*;

le tems employé à le décrire est l'*année*. On appelle *méridien* le cercle de la sphère terrestre dont le plan passe par l'axe de la terre; le *jour* est le tems qui s'écoule entre deux passages consécutifs du plan d'un même méridien par le centre du soleil. Le grand cercle perpendiculaire à l'axe de la terre, de même rayon et de même centre que l'écliptique, se nomme *équateur*; l'inclinaison des plans de l'équateur et de l'écliptique est, pour le 23 septembre 1806, de 23° 27′ 55″9.

Les deux points où se coupent les cercles de l'équateur et de l'écliptique se nomment *équinoxes* ou *points équinoxiaux*, et les points à égale distance des équinoxes, *les solstices*; la droite menée par les équinoxes, s'appelle *ligne des nœuds*.

En prenant pour unité de tems la durée d'une révolution entière de la terre sur son axe, l'année est exprimée par un certain nombre de ces unités; le nombre de jours qu'elle comprend étant connu, en divisant le premier de ces deux nombres par le second, le quotient est le *jour moyen*.

Supposons maintenant qu'à partir d'un des équinoxes on ait divisé l'écliptique en autant d'arcs qu'il y a de jours dans l'année; en marquant sur ce cercle les points où se trouve le centre de la terre à la fin de chaque jour, les méridiens menés par les extrémités de chacun de ces arcs font entre eux un angle qui varie pour chaque jour de l'année; or le jour est le tems qui correspond à une révolution entière de la terre et à la portion de révolution mesurée par cet angle variable, car lorsque par la rotation entière, le plan du méridien est revenu parallèle à lui-même, il faut encore qu'il traverse le petit arc de l'équateur qui mesure la portion de révolution, avant de repasser par le soleil : donc le jour vrai est variable comme le tems de la révolution de la terre qui y correspond.

Si on imagine l'équateur divisé en autant d'arcs égaux qu'il y a de jours dans l'année, le jour moyen correspondra à une révolution entière du méridien de la terre, plus à une portion de révolution mesurée par cet arc; donc le jour moyen sera égal au jour vrai, lorsque le centre de la terre sera au point de l'écliptique pour lequel l'une des divisions inégales de ce cercle sera de même grandeur que l'une des divisions égales de l'équateur.

Aux équinoxes, les tangentes à ces arcs sont dans un plan perpendiculaire à la ligne des nœuds, et aux solstices, le plan de ces tangentes est parallèle à cette même ligne. En supposant ces arcs infiniment petits, le rapport de ces arcs est à l'équinoxe celui du rayon au cosinus de l'inclinaison de l'écliptique par rapport à l'équateur. Au solstice ce rapport est inverse; mais

dans cette même hypothèse d'arcs infiniment petits, il y a un point de l'écliptique pour lequel ils sont égaux; c'est ce point qu'il s'agit de déterminer par des considérations géométriques.

PREMIÈRE SOLUTION.

Soient ETQ et eSe les deux grands cercles de l'équateur et de l'écliptique, OP et OU les axes de ces cercles, PST, Pst les deux méridiens qui comprennent les deux arcs infiniment petits Ss et Tt de l'écliptique et de l'équateur qu'on suppose égaux entre eux; ayant mené l'arc SR du parallèle à l'équateur, on a le triangle différentiel RSs dans lequel l'angle RSs égale l'angle des deux droites OT et OS; en effet $\cos RSs = \frac{RS}{Ss} = \frac{RS}{Tt} = \frac{SO'}{OT}$; or SO' est le cosinus de l'angle TOS dans le cercle d'un rayon égal à celui de l'écliptique ou de l'équateur; donc $\cos RSs = \cos SOT$, donc ces deux angles sont égaux.

Les plans $PSTV$ et OUS, menés, l'un par l'axe OP de l'équateur, et l'autre par l'axe OU de l'écliptique, font entre eux un angle égal à RSs, puisqu'ils sont perpendiculaires, le premier à l'arc RS, et le second à l'arc Ss; l'angle SOT mesure donc aussi l'inclinaison de ces deux plans; mais ayant mené OV perpendiculaire à OS dans le plan du méridien POS, l'angle VOU dont les côtés sont perpendiculaires à SO, mesure encore l'inclinaison des plans PSO et USO qui se coupent suivant SO; donc l'angle VOU égale l'angle SOT. D'ailleurs les angles SOT et POV sont égaux comme ayant leurs côtés perpendiculaires l'un à l'autre; donc il y a aussi égalité entre les angles POV et VOU: d'où il suit que la droite OV est dans un plan qui divise en deux parties égales l'angle formé par les axes OP et OU, et qui est perpendiculaire au plan de ces axes. Nous allons maintenant faire voir que cette droite OV est l'arête d'un cône oblique à base circulaire, dont O est le sommet; l'intersection de ce cône avec le plan qui la contient, détermine sa position, et par suite celle du point S; mais auparavant je vais démontrer un théorème de géométrie assez curieux, qui, je crois, ne se trouve dans aucun ouvrage.

THÉORÈME.

Si entre deux droites fixes et qui se coupent, on fait mouvoir deux plans rectangulaires, la surface engendrée par la droite intersection des deux plans mobiles, est un cône qui a même sommet que l'angle des deux droites fixes, et qui a pour base un cercle dont le plan est perpendiculaire à l'une ou l'autre de ces droites.

DÉMONSTRATION.

Soient OP et OU ces deux droites fixes, que je suppose rapportées sur un plan horisontal, OA la projection sur ce plan de l'une quelconque des intersections des plans mobiles, D un point pris arbitrairement sur la droite OU, DAC la perpendiculaire abaissée du point D sur OA, $DABO$ et CBD les cercles décrits sur DO et DC comme diamètres; considérant ces cercles comme appartenant à des sphères des diamètres DO et DC, ces deux sphères se coupent suivant le cercle du diamètre BD, dont le plan est perpendiculaire à celui des deux droites OP et OU; or, si d'un point quelconque de ce cercle, on mène des droites aux points C et D, l'angle qu'elles formeront entre elles sera droit; mais si du point projetté en E on mène des droites aux points A et O, ces droites feront encore entre elles un angle droit; donc une droite quelconque intersection de deux plans rectangulaires mobiles passe par un point du cercle de la sphère $DABO$, qui a pour diamètre BD, et dont le plan est perpendiculaire à l'une des deux droites OP et OU; donc ce cercle est la base du cône oblique qui est le lieu de toutes les intersections des plans mobiles.

Faisons maintenant l'application de ce théoèrme à la détermination de la droite OV (fig. 1). Le plan VOU est perpendiculaire à la droite SO, or cette droite est dans le plan du méridien VSO, donc les deux plans VOU et VOP sont perpendiculaires l'un à l'autre, donc la droite OV intersection de ces plans est une arète du cône oblique qui a pour base le cercle du diamètre UX perpendiculaire à l'un ou l'autre des deux axes OP, OU; mais on a vu précédemment que cette même droite étoit dans un plan perpendiculaire à celui des mêmes axes, et divisoit en deux parties égales l'angle qu'ils formoient entre eux, donc sa position dans l'espace est déterminée. Pour la construire (fig. 3, *les points de cette figure qui se trouvent dans la précédente, sont marqués des mêmes lettres*), soit pris pour le premier plan de projection celui des deux axes OU, OP, et pour le second un plan perpendiculaire à l'axe OU.

M et M' sont les deux projections du milieu de UX, $Unn'X'$ est la base du cône oblique. Ayant divisé l'angle XOU en deux parties égales par la droite ON et mené la droite Nnn', les méridiens correspondans aux points n et n' coupent le plan de la base du cône oblique suivant les droites $X'n$, $X'n'$, et par conséquent le plan de l'écliptique (qu'on suppose recouché sur le plan des deux axes OP, OU), suivant deux droites parallèles

à ces dernières. Soit OS' la parallèle à $X'n$ sur le plan de l'écliptique, l'arc $S'U$ sera la distance du centre de la terre à l'équinoxe U, le jour où le tems vrai sera égal au tems moyen; nommant μ cet arc, on aura

$$\overline{\text{tang}\,\mu}^2 = \frac{\overline{KX'}^2}{\overline{nK}^2} = \frac{\overline{KX'}^2}{KX' \times KU'} = \frac{KX'}{KU'}$$

à cause de $KX' = NX$, de $KU' = NU = NP$,

$$\overline{\text{tang}\,\mu}^2 = \frac{NX}{NP} = \frac{OU}{OY}.$$

OU étant le rayon des tables pris pour l'unité, α l'angle POU des deux axes ou l'inclinaison des plans de l'équateur et de l'écliptique, on aura:

$$\overline{\text{tang}\,\mu}^2 = \frac{1}{\cos\alpha}.$$

DEUXIÈME SOLUTION.

Les deux arcs de l'écliptique et de l'équateur compris entre deux méridiens étant égaux, les angles qui ont ces arcs pour mesures le sont aussi, mais l'un de ces angles est la projection orthogonale de l'autre; d'où il suit que la détermination des deux arcs égaux sur l'écliptique et l'équateur est un cas particulier d'un problème plus général que j'ai proposé il y a quelques années (1), et dont voici l'énoncé :

« Deux plans étant donnés, placer un angle dans un de ces « plans de telle manière que les côtés de cet angle projetté sur « l'autre plan, comprennent entre eux un second angle égal au « premier ? »

La feuille de dessin étant prise pour l'un des plans donnés, soit AB sa ligne d'intersection avec l'autre plan; sur une droite de longueur arbitraire AB, on décrit un arc capable de l'angle donné ACB; le centre D de cet arc se trouve sur une droite EDC perpendiculaire sur le milieu de AB.

Soit XYZ l'angle des deux plans connus de position, rapporté sur un troisième plan perpendiculaire à la commune intersection

(1) Il a été résolu fort élégamment par plusieurs élèves, et entre autres par M. Baduel, actuellement ingénieur des ponts et chaussées, employé à la route du Simplon.

AB des deux premiers; après avoir porté la distance DE du centre de l'arc ABC à la corde AB, de Y en F, en H et en G, on a tiré la droite GHL qui rencontre PF au point L, par lequel on a mené la droite LK parallèlement à YZ ou DE.

Il résulte de cette construction que l'angle dont les côtés passent par les points A et B, qui a pour sommet le point projetté en K sur le plan XYZ, et en M ou N sur le plan de l'arc ABC, est égal à sa projection sur ce dernier plan; en effet, la comparaison des deux triangles GYH et KHL fait voir que $KL = KH$, puisque $YG = YH$: or si on conçoit un cercle égal à ABC, et dans le plan LKl et le plan incliné $ABYHK$, ces deux cercles, dont les centres sont projettés en L et H et de même rayon AD ou BD, auront une corde commune qui se projette horisontalement en MN; donc l'angle qui a son sommet à l'extrémité de cette corde, et dont les côtés passent par les points A et B, a pour projection un angle AMB ou ANB égal à lui-même.

L'angle XYZ des deux plans donnés ne changeant pas, on peut supposer que l'angle ACB varie et devienne $AC'B$; on déterminera de la même manière le sommet K' de ce nouvel angle, pour que sa projection lui soit égale, or tous les points tels que L, L'... sont sur une ligne droite YLL'.... car les triangles GLF, $GL'F'$ sont semblables et donnent

$$LF : L'F' :: FG : F'G';$$

mais ce dernier rapport est égal à celui de YF à YF', donc tous les points L, L'.... sont en ligne droite, donc la droite YLL' peut être considérée comme l'axe de la surface engendrée par un cercle constamment horisontal dont le centre parcourroit cette droite, tandis qu'un des points de sa circonférence décriroit la verticale projettée en A ou B. Cette surface est celle que M. Monge et moi avons nommée, dans notre Traité des Surfaces du second degré, *hyperboloïde à une nappe*. L'intersection de cet hyperboloïde et du plan $BAYX$ contient les sommets de tous les angles qui ont pour projections verticales K, K'....; lorsque la corde AB devient infiniment petite, ce qui correspond au cas où l'angle ACB est infiniment petit, l'hyperboloïde devient un cône oblique dont YLL' est l'axe, et YV un des côtés; or le plan $BAYX$ coupe ce cône suivant deux arètes qui contiennent les sommets des angles infiniment petits dont les projections ne diffèrent pas des angles même, d'où il suit qu'en considérant le plan XY comme celui de l'écliptique, les droites menées dans ce plan par le centre de l'écliptique parallèlement aux arètes du cône, déterminent sur ce cercle les points où se trouve le centre de la terre, lorsque le tems vrai est égal au tems moyen.

Construisant la fig. 4 pour ce cas particulier, on développera fig. 5. le plan DYX sur le plan vertical, YY' sera sur ce développement l'intersection de l'équateur et de l'écliptique; faisant KP' égale à l'ordonnée KP du cercle horisontal décrit du point L comme centre avec Ls pour rayon et menant YP', l'angle $Y'YP'$ ou $YP'K$ sera l'angle de la ligne des équinoxes avec l'arète du cône dont YK est la projection verticale, et par conséquent l'angle cherché; le nommant, comme dans la première solution, μ, on aura

$$\overline{\text{tang}\,\mu}^2 = \left(\frac{YK}{P'K}\right)^2 = \frac{\overline{YK}^2}{\overline{PK}^2} = \frac{\overline{YK}^2}{lK \times KS},$$

à cause de $KH = KL$ et de $LS = GY$, on a $KS = KY$, donc $\overline{\text{tang}\,\mu}^2 = \frac{KY}{lK}$; prenant KY pour rayon, et nommant α l'angle XYF ou l'inclinaison de l'équateur et de l'écliptique, $\overline{\text{tang}\,\mu}^2 = \frac{1}{\cos\alpha}$, comme on l'a trouvé précédemment.

EXTRAIT d'une lettre de M. Dupin, officier du génie maritime, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, à M. Hachette, Professeur de l'Ecole Polytechnique.

Gênes, 20 avril 1806.

Je vous envoie enfin la détermination des rayons de courbure des surfaces du second degré : il y a longtems que je vous l'avois promise, mais j'en étois alors si peu satisfait, que j'ai toujours différé de vous la donner.

En revenant sur le même sujet, et par d'autres considérations, je suis parvenu à des résultats qui m'ont paru plus simples, ce sont ceux que je vous envoie.

En suivant la marche que j'ai tracée à la fin de la feuille que je vous envoie, je suis parvenu à des résultats assez simples; ils sont généralisés et également applicables à toutes les surfaces.

Ils résolvent immédiatement la question suivante, par exemple, qui, autrement, me paroîtroit d'une solution assez compliquée.

Par un point donné sur une surface arbitraire, on fait trois sections entièrement arbitraires, on en donne la courbure au point commun, on demande et la direction des lignes de courbure en ce point, et les rayons de courbure qui leur appartiennent.

Question dont la solution sera utile à la coupe des pierres et à quelques questions de constructions nautiques.

Voici encore un résultat simple et général.

Qu'on conçoive une surface développable arbitrairement circonscrite à une surface quelconque, que par un des points de la courbe de contact on mène deux plans normaux, l'un qui soit tangent à la courbe de contact, l'autre qui soit tangent à l'arête de rebroussement *de la surface développable; et déterminons au point donné les rayons de courbure des intersections de ces plans et de la surface primitive.*

Enfin supposons que la courbe de contact passant toujours par le point donné varie d'une manière quelconque, les deux rayons *de courbure changeront à-la-fois de grandeur, mais dans tous les changemens qu'ils éprouveront,* leur somme restera la même;

Ce sera la somme des deux rayons de courbure *de la surface.*

Quand les deux courbures de la surface seront de signes contraires, l'un des rayons devenant négatif, ce sera la différence *des rayons des sections qui sera constante et égale à la différence des deux rayons de courbure de la surface.*

Ces deux sections normales qui fournissent les rayons de courbure dont la somme ou la différence est celle des rayons mêmes de la surface, sont très-remarquables, et leur considération jette beaucoup de jour sur la nature de la courbure des surfaces et les théories qui en dépendent.

Démonstration de l'égalité de volume des polyèdres symétriques;

Par M. Ampère, répétiteur de mathématiques à l'Ecole Polytechnique.

Lorsque l'on considère à-la-fois les trois dimensions de l'étendue, on rencontre une difficulté qui n'a rien d'analogue dans la géométrie plane, et qui résulte de ce que deux corps peuvent avoir les mêmes côtés et les mêmes angles disposés de la même manière, sans s'étendre dans le même sens; ce qui ne permet pas de les superposer, quoiqu'ils soient égaux dans toutes leurs parties. M. Legendre a nommé *corps symétriques* ceux qui se trouvent dans ce cas. Il en a le premier développé la théorie, et a démontré dans les notes de la seconde édition de sa Géométrie, l'égalité

de volume de deux tétraèdres, et par conséquent de deux polyèdres symétriques quelconques. Cette démonstration repose sur l'égalité des sphères circonscrites à ces tétraèdres, et sur leur décomposition en douze pyramides triangulaires. Il l'a jugée lui-même trop compliquée pour trouver place dans les élémens, quoique l'on ne puisse rendre complettes sans son secours, les démonstrations relatives à la mesure des polyèdres, qui reposent toutes sur la détermination du volume du prisme triangulaire considéré comme la moitié d'un parallélipipède. Pour mettre ces démonstrations à l'abri de toute difficulté, je chercherai d'abord à prouver l'égalité de volume de deux prismes symétriques, et je dis qu'on pourroit facilement y parvenir d'une manière analogue à celle dont on démontre la même égalité entre deux parallélipipèdes de même base et de même hauteur. Dès-lors les démonstrations relatives à la mesure des prismes ne laissoient plus rien à desirer; mais il me sembloit que la proposition générale sur le volume des polyèdres symétriques, quoique moins nécessaire à l'enchaînement des propositions dont se compose la géométrie à trois dimensions, devoit aussi fixer l'attention des mathématiciens. Je la déduisis de l'égalité de volume des prismes symétriques, en ôtant successivement une même pyramide quadrangulaire de deux prismes triangulaires équivalens à la moitié d'un même parallélipipède, et en faisant voir que les restes étoient deux tétraèdres symétriques. Le mémoire qui contenoit ces deux démonstrations, telles à-peu-près que je les donne ici, fut présenté à l'académie de Lyon, dans le courant de l'an 1801. Quelques années après, M. Fournier, élève de l'Ecole centrale des Quatre-Nations, trouva, en suivant une marche semblable à la mienne, la démonstration de l'égalité de volume des deux prismes triangulaires que donne un parallélipipède coupé par un plan diagonal. Il ne s'occupa pas de la question générale, parce qu'il ne se proposoit que de faire disparoître la difficulté qui se trouvoit encore dans les élémens, relativement à la mesure des prismes. Le résultat de son travail se trouve dans une note de la troisième édition de la Géométrie de M. Lacroix. J'ai cru devoir donner ici la démonstration du théorème général sur le volume des polyèdres symétriques, espérant que les géomètres verroient peut-être avec quelque plaisir la théorie de ces corps dégagée de l'obscurité qu'elle pouvoit encore présenter, et la démonstration de l'égalité de volume de deux polyèdres symétriques déduite sans décomposition trop compliquée, de celle de polyèdres superposables.

Théorème Ier.

Deux prismes symétriques sont équivalens.

Dém. Soit le prisme $ABCDEFGHIK$ (fig. 6). Après en avoir prolongé les arêtes parallèles vers L, M, N, O, P, et avoir mené un plan XY, perpendiculaire à ces arêtes, si l'on prend

$$fL = fA,\ gM = gB,\ \text{etc.}$$
$$fQ = fF,\ gR = gG,\ \text{etc.}$$

on obtiendra le prisme symétrique $LMNOPQRSTU$. Si l'on prend ensuite, de part et d'autre du plan XY, fl et fa égales aux arêtes du prisme donné, et qu'on mène les plans $abcde$, $lmnop$, parallèles à XY, on aura deux prismes droits, $abcdefghik$, $fghiklmnop$, qui, non-seulement auront toutes leurs arêtes et tous leurs angles égaux, mais seront superposables et par conséquent égaux en volume, comme on le voit en plaçant la base $fghik$ du premier sur la base $lmnop$ du second, car les arêtes perpendiculaires à ces bases se confondant et étant de la même longueur, l'autre base $abcde$ se confondra aussi avec $fghik$: ce qui démontre la coïncidence complette des deux prismes.

Il en seroit de même en général de deux prismes droits quelconques.

Ce que nous disons des deux prismes que nous venons de considérer, pouvant toujours leur être appliqué, il s'ensuit qu'ils ne peuvent avoir les arêtes et les angles égaux sans être superposables. Reste donc à démontrer l'égalité de volume des deux prismes $ABCDEFGHIK$, $LMNOPQRSTU$, dans le cas où ils sont obliques, et ne peuvent par conséquent être superposés.

Les prismes tronqués $ABCDEabcde$, $FGHIKfghik$, sont égaux et superposables; car en plaçant la base $abcde$ sur son égale $fghik$, les arêtes perpendiculaires à ces bases, prendront ces mêmes directions et seront de même longueur, puisqu'on a :

$$Aa = Af - fa = Af - AF = Ff,$$
$$Bb = Bg - bg = Bg - BG = Gg,\ \text{etc.}$$

Mais en ôtant successivement ces deux prismes tronqués de $ABCDEfghik$, il reste d'une part le prisme droit $abcdefghik$, de l'autre le prisme oblique $ABCDEFGHIK$: ces deux prismes sont donc équivalens.

On démontrera de même que le prisme droit $lmnopfghik$ est équivalent au prisme oblique $LMNOPQRSTU$; nous venons de voir d'ailleurs, que les deux prismes droits sont égaux : ainsi les deux prismes obliques sont équivalens.

Corollaire. Si l'on partage un parallélipipède en deux prismes triangulaires par un plan diagonal, ces deux prismes seront symétriques; ils seront donc, d'après la démonstration précédente, équivalens entre eux, et par conséquent à la moitié du parallélipipède. Cette proposition est, comme on sait, la base de toute la théorie de la mesure des prismes, qui se trouve ainsi à l'abri de toute difficulté.

Théorème II.

Deux tétraèdres symétriques sont équivalens.

Dém. Soit le tétraèdre $ABCD$ (fig. 7); supposons qu'on en prolonge les faces CAB, DAB, vers E et F, de manière que les figures $CAEB$, $DAFB$, soient des parallélogrammes, et qu'on achève le tétraèdre $ABEF$, il sera symétrique à $ABCD$, parce que les deux faces EAB, FAB seront respectivement égales à CAB, DAB, avec lesquelles elles forment des parallélogrammes; qu'elles seront également inclinées, et que les trois angles qui se réunissent en B, dans le nouveau tétraèdre, seront disposés en sens contraire des trois faces qui se réunissent en A dans le tétraèdre donné : tout tétraèdre symétrique à celui-ci pourra donc être superposé sur $ABEF$; et il ne s'agira plus que de démontrer que ce tétraèdre est équivalent à $ABCD$.

En achevant le parallélipipède GH, dont $CAEB$, $DAFB$, sont des plans diagonaux, les deux prismes triangulaires $CBEAGD$, $DBFAGE$, seront, par le corollaire précédent, équivalens à la moitié du parallélipipède GH; ils le seront donc entre eux. Et comme en ôtant de ces deux prismes triangulaires la pyramide quadrangulaire commune $ABEGD$, il reste d'une part le tétraèdre $ABCD$, de l'autre le tétraèdre symétrique $ABEF$, ces deux tétraèdres sont aussi équivalens.

Corollaire. Deux polyèdres symétriques quelconques pouvant être décomposés en un même nombre de tétraèdres, respectivement symétriques, il s'ensuit que ces polyèdres seront nécessairement équivalens; ce que je m'étois proposé de démontrer.

ANALYSE APPLIQUÉE A LA GÉOMÉTRIE.

De la courbe de contact d'une surface conique avec une surface dont l'équation est du degré m.

Par M. Hachette.

M. Monge, après avoir démontré dans ses feuilles d'analyse appliquée à la géométrie, que la courbe de contact d'une surface conique avec la surface du second degré étoit plane, a énoncé la proposition suivante :

Si une surface dont l'équation est du degré m *est touchée par un cône, la courbe de contact est sur une autre surface courbe du degré* m — 1.

Pour le démontrer : soit $V = 0$, (1)

L'équation algébrique d'une surface : en la décomposant en ses termes des degrés m, $m-1$, $m-2$, etc., et nommant ces termes F_m, F_{m-1}, F_{m-2}, etc, on aura :

$$V = F_m + F_{m-1} + F_{m-2}, \text{ etc.} = 0. \quad (2)$$

Différenciant cette équation $V=0$, son équation différentielle sera de la forme

$$Pdx + Qdy + Rdz = 0. \quad (3)$$

P, Q, R, étant des fonctions de x, y, z.

L'équation aux différences partielles de la surface conique dont le sommet a pour coordonnées les constantes a, b, c, est en supposant $dz = pdx + qdy$,

$$c - z = p\ (a - x) + q\ (b - y),$$

substituant pour p et q les valeurs $-\frac{P}{R}$, $-\frac{Q}{R}$ tirées de l'équation (3),

l'équation $P\ (a-x) + Q\ (b-y) + R\ (c-z) = 0$, qui en résulte, appartient à la courbe de contact que l'on considère. Ayant mis cette dernière équation sous la forme :

$$Pa + Qb + Rc = Px + Qy + Rz, \quad (4)$$

le premier membre est évidemment du degré $m-1$; la question se réduit donc à faire voir que le second membre est aussi du degré $m-1$.

Chaque terme de l'équation (2) étant une fonction homogène, on aura pour l'un quelconque, par exemple, le premier F_m, dans lequel entrent les trois variables x, y, z,

$$mF_m = x\frac{dF_m}{dx} + y\frac{dF_m}{dy} + z\frac{dF_m}{dz} \quad (1)$$

En effet, en supposant que chacune de ces variables devienne

$$x(1+g),\ y(1+g),\ z(1+g),$$

la fonction F_m deviendra :

$$(1+g)^m\ F_m = F_m\ \left(1 + mg + \frac{m(m-1)}{2}g^2, \text{ etc.}\right);$$

mais par le théorême de Taylor, cette même fonction F_m devient :

$$F_m + gx\frac{dF_m}{dx} + gy\frac{dF_m}{dy} + gz\frac{dF_m}{dz} + \text{etc.};$$ donc on aura :

$$F_m + mgF_m + \frac{m\ (m-1)}{2}g^2F_m + \text{etc.}, =$$

$$= F_m + gx\frac{dF_m}{dx} + gy\frac{dF_m}{dy} + gz\frac{dF_m}{dz} + \text{etc.}$$

Cette dernière équation doit avoir lieu, quelle que soit la valeur de g; donc on doit égaler dans les deux membres les coefficiens de g, g^2, etc.; ce qui donne :

$$mF_m = x\frac{dF_m}{dx} + y\frac{dF_m}{dy} + z\frac{dF_m}{dz}.$$

Par la même raison,

$$(m-1)\ F_{m-1} = x\frac{dF_{m-1}}{dx} + y\frac{dF_{m-1}}{dy} + z\frac{dF_{m-1}}{dz}$$

$$(m-2)\ F_{m-2} = x\frac{dF_{m-2}}{dx} + y\frac{dF_{m-2}}{dy} + z\frac{dF_{m-2}}{dz},$$

$$(m-3)\ F_{m-3} = \text{etc.}$$

---

(1) Ce théorême est vrai, quel que soit le nombre de variables qui entrent dans la fonction homogène. (Voyez le *Traité élémentaire de calcul différentiel et intégral de M. Lacroix.*)

Ajoutant tous les termes de ces équations par colonnes verticales; la première somme se réduit par l'équation (2) à

$$-(F_{m-1}+2F_{m-2}+3F_{m-3}+\text{etc.});$$

la seconde somme se réduit à

$x\dfrac{dV}{dx}$; la troisième à $y\dfrac{dV}{dy}$; la quatrième à $z\dfrac{dV}{dz}$; et à cause de $\dfrac{dV}{dx}=P$, $\dfrac{dV}{dy}=Q$, $\dfrac{dV}{dz}=R$, l'équation de la courbe de contact devient: (4)

$$Px+Qy+Rz=Pa+Qb+Rc=$$
$$-(F_{m-1}+2F_{m-2}+3F_{m-3}, \text{ etc.}).$$

Ce résultat ne fait pas seulement voir que la courbe de contact est sur une surface dont l'équation est du degré $m-1$, elle indique encore comment elle est composée en fonctions dérivées des termes de l'équation proposée $V=0$.

Si on suppose le sommet du cône tangent à l'origine des coordonnées, elle se réduit à

$$F_{m-1}+2F_{m-2}+3F_{m-3}+\text{etc.}$$

M. Cauchy, élève de cette année, est arrivé à ce même résultat, de la manière suivante:

L'origine des coordonnées étant placée pour plus de facilité au sommet du cône, les équations de la droite mobile qui engendre ce cône, seront de la forme $x=az$, $y=bz$. Soit de plus

$$\varphi(x,y,z)=0 \qquad (1)$$

L'équation de la surface proposée, les z des points où la droite touchera la surface seront donnés par l'équation $\varphi(az,bz,z)=0$; dont le développement sera de la forme:

$$pz^m+qz^{m-1}+\text{etc.} \quad +sz+t=0. \qquad (2)$$

Pour que la droite mobile soit tangente à la surface proposée il faudra que cette équation ait des racines égales, ou que les z des points de tangence satisfassent à l'équation

$$mpz^m+(m-1)qz^{m-1}+\text{etc.}+sz=0. \qquad (3)$$

Mais les mêmes z satisfont aux équations $x=az$, $y=bz$. Si donc on substitue pour a et b leurs valeurs prises dans ces der-

nières équations, dans l'équation (3), celle qui en résultera sera satisfaite par les coordonnées de la courbe de tangence. A l'égard de cette substitution, nous observerons que si on la faisoit d'abord dans l'équation (2), on retomberoit sur l'équation (1). Mais l'équation (3) se déduit de l'équation (2), en multipliant chaque terme par le degré de ce terme: donc aussi l'équation cherchée se déduira de l'équation (1), en multipliant chaque terme par le degré de ce terme.

Soit donc

$$f(x,y,z)=0, \qquad (4)$$

l'équation cherchée. Les coordonnées de tangence satisferont aux équations (1) et (4). Si on multiplie la première par m et qu'on en retranche la seconde, les mêmes coordonnées satisferont encore à la différence, qui sera une équation du $(m-1)^{\text{ème}}$ degré, et si l'on représente par A, B, C, D, etc. la somme des termes de différens degrés de l'équation (1), cette équation pourra être représentée par $A+B+C+\text{etc.}=0$, ou

$$mA+mB+mC+\text{etc.}=0.$$

L'équation (4) sera représentée par

$$mA+(m-1)B+(m-2)C+\text{etc.}=0,$$

et l'équation qui sera leur différence

$$B+2C+3D+\text{etc.}=0.$$

C'est l'équation d'une surface du $(m-1)^{\text{ème}}$ degré qui contient la courbe cherchée.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE.

Par M. Puissant, professeur à l'École impériale militaire.

Il existe plusieurs théorèmes de statique qui donnent lieu à des propositions très-curieuses de pure géométrie, comme on peut le voir dans la Polygonométrie de M. Lhuilier de Genève, et surtout dans la Géométrie de position de M. Carnot. Ces savans sont parvenus, par des méthodes géométriques, à quelques propriétés du *centre des moyennes distances*, point qui est le même que celui que l'on nomme en mécanique *centre de gravité;* mais ces propriétés peuvent aussi se découvrir aisément et avec beaucoup d'élégance par l'analyse. Pour donner une preuve de cette assertion, nous nous proposerons la question suivante qui dérive du *principe des momens.*

PROBLÊME.

Mener un plan dans l'espace de manière que la somme des perpendiculaires abaissées sur ce plan et de plusieurs points donnés à volonté soit égale à une droite donnée m.

Solut. Supposons, pour plus de symétrie dans le calcul, que les perpendiculaires soient situées d'un même côté du plan cherché, et au nombre de trois seulement, ce qui ne nuit point à la généralité de la question, l'équation de ce plan sera

$$z = ax + by + c,$$

et la perpendiculaire à ce même plan aura généralement pour expression

$$\frac{z - ax - by - c}{\sqrt{1 + a^2 + b^2}}.$$

Ainsi relativement aux points donnés $x'y'z'$, $x''y''z''$, $x'''y'''z'''$, on aura, en se conformant d'ailleurs à l'énoncé de la proposition,

$$(z' - ax' - by' - c) + (z'' - ax'' - by'' - c) + (z''' - ax''' - by''' - c) = m\sqrt{1 + a^2 + b^2}.$$

Substituant dans l'équation du plan cherché pour c sa valeur tirée de l'équation, on obtiendra

$$z - \frac{z' + z'' + z'''}{3} = a\left(x - \frac{x' + x'' + x'''}{3} - \frac{m}{3}\,\frac{\sqrt{1 + a^2 + b^2}}{a}\right) + b\left(y - \frac{y' + y'' + y'''}{3}\right).$$

Si on transporte les axes parallèlement à eux-mêmes, et si on place leur origine au centre des moyennes distances des trois points donnés, on aura simplement, en désignant par x, y, z, les coordonnées relatives aux nouveaux axes,

$$z_{,} = a\left(x_{,} - \frac{m}{3}\,\frac{\sqrt{1 + a^2 + b^2}}{a}\right) + by_{,}.$$

Cette équation est évidemment celle d'un plan mené par un point de l'axe des $x_{,}$, distant de le nouvelle origine de la quantité $\frac{m}{3}\,\frac{\sqrt{1 + a^2 + b^2}}{a}$. Mais il est facile de s'assurer que cette quantité

désigne précisément l'abscisse du point par lequel passeroit un plan à-la-fois parallèle à un autre plan donné à volonté, et tangent à une sphère ayant pour rayon $\frac{m}{3}$ ou en général $\frac{m}{n}$, n étant le nombre des points donnés, et m la somme des perpendiculaires. Donc tous les plans qui satisfont à la proposition sont tangens à une sphère dont le centre est celui des moyennes distances des points nommés, et dont le rayon est égal à la somme des perpendiculaires en question, divisée par le nombre de ces points.

M. *Puissant* a joint à cet article l'énoncé du théorême suivant :

Si quatre cercles touchent chacun trois côtés d'un quadrilatère plan quelconque, les centres de ces cercles seront toujours sur une même circonférence.

En modifiant convenablement les considérations du contact, on pourroit trouver une infinité d'autres théorêmes analogues à celui-ci.

On invite MM. les élèves de l'École polytechnique à donner la démonstration de ce théorême.

H. C.

SUR LE PLUS PETIT CRÉPUSCULE.

J'ai fait voir (N°. 5 *de cette Correspondance*) comment on parvient, par des considérations géométriques, à déterminer le jour de l'année pour lequel le crépuscule est le plus petit.

En appliquant le calcul différentiel à l'*expression* de la durée du crépuscule que Cagnoli a donnée, dans sa Trigonométrie, on trouve facilement la *moindre* durée. Mais M. *Billy*, professeur à l'école impériale militaire de Fontainebleau, m'a envoyé une solution algébrique de ce même problême; elle sera insérée dans le 14e. cahier du Journal de l'École polytechnique.

H. C.

GÉOMÉTRIE.

Du cercle tangent à trois cercles donnés, par M. CAUCHY, élève.

J'ai donné, n°. 2 de cette Correspondance, une solution géométrique de ce problême : *trouver le centre et le rayon d'un cercle*

tangent à trois cercles donnés, M. Cauchy m'a communiqué une solution de ce même problême, qui m'a paru remarquable par sa simplicité; la voici :

Supposez que l'on augmente ou diminue le rayon du cercle cherché d'une quantité égale au rayon du plus petit cercle donné, selon que ces deux cercles doivent se toucher intérieurement ou extérieurement, cela reviendra à diminuer ou augmenter les rayons des deux autres cercles donnés de la même quantité, suivant la nature de leurs points de contact avec le cercle cherché, et le problême se trouvera par ce moyen ramené à cet autre.

Mener par un point donné un cercle tangent à deux cercles donnés.

La solution de ce dernier problême repose sur ce théorême.

Si deux cercles sont tangens au point A (fig. 8), *et que par le point de tangence on mène des sécantes CD, BE; ces sécantes seront coupées en parties proportionnelles; les triangles ABC, ADE seront semblables, et les côtés BC, DE parallèles.*

Soient A, OB, $O'C$ (fig. 9) le point et les cercles donnés. Supposons le problême résolu, et soit ABC le cercle cherché, B et C ses points de tangence avec les cercles donnés. Menez les droites ABE, ACG, $DBCF$. D'après le théorême énoncé, les trois triangles ABC, BDE, CFG seront semblables. Si par les points E, G vous menez EH, GI tangentes aux cercles OB, $O'C$, vous aurez

$$\text{l'angle } AEH = BDE = BCA,$$
$$\text{l'angle } AGI = CFG = CBA;$$

d'où il suit que les triangles AGI, AEH sont semblables au triangle ABC, et que leurs côtés GI, EH sont parallèles. En nommant t, t' les tangentes menées par le point A aux cercles OB, $O'C$, vous aurez

$$t'^2 = AC \times AG = AB \times AI$$
$$t^2 \qquad\qquad = AB \times AE,$$

d'où l'on conclut

$$\frac{t'^2}{t^2} = \frac{AI}{AE}.$$

Ainsi les conditions d'après lesquelles on doit déterminer les points E et G sont que les tangentes menées par ces points aux cercles donnés soient parallèles, et que AI soit à AE dans le rapport connu de t'^2 à t^2.

Si l'on prend à partir du point A sur la ligne AO une quantité AR qui soit à AO dans le rapport de t'^2 à t^2, puis que l'on décrive du point R comme centre et d'un rayon RI qui soit à OE dans le même rapport, le cercle Im, ce cercle devra être tangent à IG. Pour obtenir IG, il suffira donc de mener une tangente commune aux deux cercles IM, $O'C$. Si l'on joint AH, AE, les intersections de ces droites avec les cercles OB, $O'C$ donneront leurs points de tangence B et C avec le cercle cherché.

H. C.

De l'arête de rebroussement sur la surface, enveloppe de l'espace parcouru par une sphère dont le centre décrit une cycloïde, par M. LIVET, *répétiteur à l'Ecole polytechnique.*

Dans la surface du canal curviligne, qui a pour axe une cycloïde située dans le plan des xy, il est évident que la développée de l'axe est la projection horisontale de l'arête de rebroussement; je dis de plus que *sa projection sur le plan des yz est une parabole ordinaire.*

En effet, menons par un point quelconque M (fig. 10) de la cycloïde ADB la normale Mm, le point de contact m de cette normale avec la développée AC de cette courbe sera la projection horisontale d'un des points de l'arête de rebroussement, soit z l'élévation de ce point au-dessus du plan des xy, et faisons l'ordonnée $pm = y$, en appellant le rayon de la sphère génératrice R, on aura visiblement

$z = \sqrt{R^2 - \overline{Mm}^2}$; mais $Mm = \text{arc } Am = 2\,AQ = 2\sqrt{2ay}$, (en nommant a le rayon du cercle générateur), on aura donc $z = \sqrt{R^2 - 8ay}$, d'où $z^2 = R^2 - 8ay$ qui est l'équation de la parabole ordinaire. L'arête de rebroussement de ce canal sera donc la courbe d'intersection d'une surface cylindrique verticale ayant pour base la développée de l'axe, et d'une surface cylindrique horisontale ayant pour base une parabole ordinaire.

On trouve un résultat tout-à-fait semblable relativement à la surface engendrée par un cône droit à base circulaire dont l'axe est toujours vertical, et dont le centre se meut sur une cycloïde tracée sur le plan des xy. (Voyez l'Analyse appliquée à la géométrie, par M. *Monge*.)

Programme des manipulations chimiques qui doivent être exécutées par les élèves de la seconde division, présenté par M. Guyton, *et adopté par le Conseil d'instruction, dans sa séance du* 20 *mai* 1806.

OBSERVATIONS.

En soumettant au conseil la série des expériences du cours de manipulations chimiques, nous avons cru devoir exposer les principes qui nous ont guidés dans leur choix. Il est bon de ne point perdre de vue qu'il ne s'agit pas de perfectionner des élèves, mais de former des commençans aux manipulations chimiques; en conséquence, les expériences doivent, 1°. être choisies de manière qu'elles n'exigent, ni l'emploi de vases et de réactifs précieux, ni l'adresse et la précision qu'on est en droit d'attendre de chimistes exercés.

2°. Que leur durée n'excède pas six à sept heures, tems que les élèves peuvent y consacrer.

3°. Qu'elles soient assez nombreuses et assez variées pour donner des exemples de tous les modes de synthèse, d'analyse et des différentes modifications de l'action chimique.

4°. Que leur classification coïncide le plus qu'il est possible avec la distribution des cours des professeurs des deux divisions, et qu'en servant pour ainsi dire de confirmation aux théories qui sont exposées dans ces cours, elles donnent aux élèves des connoissances plus précises sur les procédés et les matériaux employés dans les arts relatifs aux services auxquels ils sont appelés.

PREMIERE PARTIE.

Gaz oxygène. — Gaz hydrogène. — Gaz azote.

Soufre. — Phosphore. — Charbon. — *Procédés pour les obtenir purs.*

Hydrogène sulfuré, — phosphoré, — carburé.

Analyse de l'eau.

Gaz oxyde d'azote, — gaz nitreux.

Acide nitreux, — nitrique. — *Purification de l'acide nitrique.*

Acide sulfurique, — sulfureux, — phosphorique, — carbonique, — muriatique, — muriatique oxygéné, — fluorique, — boracique.

Potasse. — Soude. — Baryte. — Strontiane. — Chaux. — Ammoniaque. — Magnésie. — Alumine. — Silice. — *Les obtenir à l'état de pureté.*

Sulfures de potasse, de chaux. — Sulfures hydrogènés d'ammoniaque, de baryte, de strontiane. — Hydrosulfures de potasse, de soude, d'ammoniaque.

Sulfate d'ammoniaque; examen de ses propriétés, de sa décomposition. — *Donné comme exemple d'une combinaison qui exige des précautions.*

Décomposition du sulfate de soude pour en obtenir la soude. — Pyrophore. — Sulfites de soude et d'ammoniaque. — Phosphure de chaux. — Phosphate de soude. — (1) Nitrate de potasse *de toutes pièces* (art du salpétrier). — Nitrate d'ammoniaque et gaz oxyde d'azote. — (2) Nitrite de potasse et poudre à canon. — Analyse de la poudre à canon. — Carbonate d'ammoniaque. — Purification et cristallisation du muriate de soude. — Muriate suroxygéné de potasse.

IIe. PARTIE. (*Des métaux.*)

Essais docimastiques par la voie sèche.

Essais d'une mine de fer oxidé, etc., — d'un sulfure de plomb, — d'un sulfure d'antimoine et analyse des scories, — d'un sulfure de mercure.

Alliage fusible de Darcet et son analyse. — Alliage de plomb et d'antimoine (caractères d'imprimerie). — Alliage d'étain et de plomb (soudure des plombiers, etc.); son analyse. — Alliage d'étain et de cuivre (bronze, métal de cloche); son analyse. — Alliage de zinc et de cuivre (laiton, similor, tombac); son analyse. — Oxyde de zinc. — Oxydes jaune et rouge de plomb. — Oxyde d'étain et d'un alliage de plomb et d'étain (potée). — Sulfure de fer à différentes proportions de soufre. — Sulfure de mercure noir et rouge. — Sulfure de cuivre et sa réduction. — Phosphure de plomb. — Oxyde d'étain sulfuré.

Actions diverses de l'acide sulfurique sur les métaux et les oxydes métalliques.

Sulfate de zinc et gaz hydrogène. — Sulfate de manganèse et gaz oxygène. — Sulfate de mercure et acide sulfureux.

---

(1) Cette expérience est donnée pour prouver aux élèves que les matériaux employés dans les constructions sont sujets à se détériorer en se salpêtrant; elle intéresse d'ailleurs les officiers d'artillerie, etc.

(2) Donnée comme exemple d'une combinaison d'acide nitreux, et pour prouver que malgré le changement de proportions d'oxygène, la saturation n'a pas changé. Comme cette expérience n'exige pas beaucoup de tems, on y a joint la préparation de la poudre à canon.

Nitrate d'argent et purification de l'argent. — Nitrate d'étain au moyen de l'acide nitrique étendu d'eau ; examen de ce nitrate. — *Idem* au moyen de l'acide nitrique concentré. — Nitrate de plomb et oxyde pur de plomb. — Nitrate de manganèse par le moyen d'un oxyde très-oxygéné et d'une substance végétale.

Muriate d'étain et gaz hydrogène. — Muriate oxygéné de mercure. — Muriate de manganèse et acide arsenique. — Nitro-muriate d'antimoine — *Sa précipitation par l'eau, et examen du précipité.*

Arsenite de potasse et vert de Schéele.

Examen d'un sel triple métallique.

Chromate de potasse et chromate de plomb. — Tartrite de potasse antimonié. — Arseniate de potasse.

IIIe. PARTIE. (*Des substances végétales.*)

Acide malique, — oxalique, — benzoïque, — gallique, — tartareux. — Tartrite de potasse et de soude. — Analyse de la farine. — Fécule de pomme de terre. — Huile d'amandes douces. — Savon de soude. — Savon de potasse. — Huile siccative ; sa combinaison avec l'argile. — Huile essentielle de thérébentine. — Vernis gras. — Vernis à l'essence. — Vernis à l'alcool. — Analyse d'une gomme-résine. — Teinture violette sur laine par le bois de Campêche. — Teinture rose sur soie par le safranum. — Teinture jaune sur coton par la gaude. — Dissolution de l'indigo, 1°. par l'acide sulfurique, 2°. par les alcalis (*cuve d'Inde*). — Laque rouge de bois de Brésil. — Papier réactif jaune et bleu. — Préparation de l'encre à écrire. — Distillation d'une matière végétale, — du vin, — du cidre. — Ether sulfurique. — Ether nitrique. — Distillation du vinaigre. — Acide acétique retiré de l'acétate de plomb.

IVe. PARTIE. (*Des substances animales.*)

Analyse du sang.

Prussiate de fer. — Prussiate de soude. — Acide prussique. — Savon de laine et de graisse. — Gélatine et colle-forte.

Analyse des os. — Analyse du lait. — Acide sacholactique ou muqueux. — Analyse de la bile — Analyse de l'urine. — Distillation d'une matière animale.

Supplément.

Analyses d'une argile, — d'une marne, — d'une pierre à chaux, — d'une pierre à plâtre, — d'une ardoise, — de divers minerais de fer, de cuivre, de plomb. — Analyse des cendres du bois, — de la tourbe, — du charbon de terre, — d'une eau minérale.

LIVRES PUBLIÉS PAR DES PERSONNES DE L'ÉCOLE.

Rapport de M. le conseiller d'état Lacuée sur l'Ecole impériale polytechnique, à sa majesté l'Empereur. *In-4°. A Paris, de l'imprimerie impériale, février* 1806.

Rapport sur l'École polytechnique et ses relations avec les écoles d'application des services publics, *arrêté par le Conseil de perfectionnement, dans sa session de l'an* 14, *conformément à la loi du* 25 *frimaire an* 8. — Vol. *in-4°.*

Journal de l'Ecole polytechnique, publié par le Conseil d'instruction. 1 vol. *in-4°.* de 376 pages. 13e. cahier.

Nota. La commission chargée de l'impression du 14e. cahier, est composée de MM. Hachette et Poisson, professeurs, et de M. Baruel, bibliothécaire. MM. les auteurs sont invités à envoyer leurs mémoires à l'un des membres de la commission.

Programmes du cours de géométrie descriptive appliquée à l'art de l'ingénieur des ponts et chaussées, par *J. Sganzin*, professeur à l'Ecole polytechnique, inspecteur général des ponts et chaussées. 1 vol. *in-4°.*

Programme du cours de mécanique, par M. Prony.

Supplément aux nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes, par M. Legendre.

Traité élémentaire du calcul différentiel et intégral, de M. Lacroix. 2e. édition. 1 vol. *in-8°.*

Elémens de géométrie, par M. Legendre. 6e. édition.

ÉTABLISSEMENT DIRIGÉ PAR DES PROFESSEURS DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

École préparatoire polytechnique, rue de Seine, près le pont des Arts.

Le but principal de cette école est d'offrir aux aspirans à l'Ecole polytechnique un enseignement complet sur ce qui est exigé pour l'admission à cette école en mathématiques, langues latine et française, et dessin de la figure. Les élèves de l'école pré-

paratoire polytechnique sont ou externes ou pensionnaires; le pensionnat est sous la direction particulière de M. Boisbertrand, ancien élève de l'Ecole polytechnique, et chargé de l'enseignement des mathématiques.

Les salles d'étude et de dessin sont ouvertes tous les jours depuis huit heures du matin jusqu'à quatre. Le prix de la souscription, pour les externes, est de 90 francs par trimestre; le prix de la pension, y compris l'instruction, est fixé à 1560 francs par an pour les jeunes gens au-dessus de 16 ans, et à 1360 francs pour ceux d'un âge moins avancé.

Paris, 7 avril 1806.

J. G. Lacuée, conseiller d'état, président de la section de la guerre, grand officier de la légion d'honneur, membre de l'institut national, gouverneur de l'Ecole polytechnique, à MM. Hachette et Durand, instituteurs de l'Ecole polytechnique.

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt, Messieurs, le mémoire dans lequel vous avez bien voulu me faire part du régime et du cours d'étude que vous faites suivre aux jeunes gens qui se préparent, sous vos auspices, à entrer dans les services publics. Ce cours et ce régime m'ont paru très-propres à rassurer les parens sur les dangers de Paris, et à fournir à l'école dont sa Majesté a daigné me confier le gouvernement, des candidats d'une haute distinction.

Les examens que subiront les élèves de l'école préparatoire, et la conduite qu'ils tiendront dans l'Ecole impériale, prouveront, je le desire autant que je l'espère, que j'avois conçu une idée juste d'un établissement dont vous êtes les créateurs, et auquel vous consacrez les momens de loisir que vous laisse le reste de vos devoirs.

J'ai l'honneur de vous saluer, Messieurs, avec une considération distinguée,

Signé J. G. Lacuée.

---

§. II.

ÉVÉNEMENS PARTICULIERS.

Le 30 frimaire an 14 (21 décembre 1805), les élèves de l'Ecole impériale ont exprimé dans l'adresse suivante, leurs sentimens d'admiration pour le vainqueur d'Austerlitz.

Les élèves de l'Ecole impériale polytechnique à S. M. l'Empereur des Français, roi d'Italie.

Sire,

Nous avons lu, nous avons dévoré les bulletins de la grande armée. Tout ce que les faits les plus éclatans peuvent inspirer d'étonnement et d'admiration, nous l'avons éprouvé au récit des prodiges par lesquels votre Majesté impériale et royale vient d'élever la France au plus haut degré de puissance et de gloire. Nulle part le nom de Napoléon n'a été répété avec plus d'enthousiasme et de vénération qu'à l'Ecole polytechnique; un seul regret se mêle à la joie que nous éprouvons, celui de ne pouvoir prendre part à ces hauts faits d'armes, à ces rapides succès dont l'histoire des nations n'offre point d'exemple. Quand pourrons-nous partager de si nobles travaux ? quand mériterons-nous l'honneur de combattre sous les ordres de notre Empereur ? Tel est le plus impatient de nos desirs; mais les éternels ennemis de la France ne sont pas tous désarmés; il reste encore des palmes à cueillir.

En attendant que nous puissions paroître sur les champs de bataille, qu'il nous soit du moins permis de mettre sous les yeux de votre Majesté l'expression de nos sentimens; souffrez que la voix de jeunes Français destinés à la profession des armes se distingue parmi les acclamations de la France entière, et daignez accueillir avec bonté cet hommage inspiré à chacun de nous par un cœur dévoué à la patrie, à notre Empereur et à son auguste famille.

Nous avons l'honneur d'être avec respect,

de votre Majesté,

les très-humbles et très-fidèles sujets.

M. le Gouverneur a prévu qu'il y auroit des cas où la maladie d'un élève exigeroit que MM. les officiers de santé de l'Ecole se concertassent avec d'autres personnes d'un mérite éminent. Il a nommé comme médecins consultans MM. Barthès et Portal, et pour chirurgiens consultans, MM. Pelletan et Boyer.

MM. les élèves de l'Ecole polytechnique employant leurs momens de loisir à l'étude des arts d'agrément, M. le Gouverneur, après avoir fait disposer dans l'intérieur de l'Ecole des salles pour cet objet, a désigné des maîtres externes dont la moralité et les

talens lui étoient connus; ceux-là seuls ont le droit de donner des leçons dans l'intérieur de l'Ecole. Il a nommé plusieurs maîtres pour chaque art, ce qui laisse à MM. les élèves le choix entre de bons professeurs. Il y a six maîtres pour l'escrime, trois pour la danse, six pour la musique, et six pour les langues modernes.

Le 22 février 1806, son excellence le Ministre de l'intérieur, accompagné de M. le Gouverneur, a visité l'Ecole.

Le 27 avril, on a fait l'inauguration du buste de l'Empereur dans le grand amphithéâtre.

Le 11 mai, le bataillon de l'Ecole polytechnique a manœuvré à la parade du palais des Tuileries, en présence de l'Empereur.

Le 20 mai, M. Lacépède, chancelier de la légion d'honneur, a vu avec intérêt l'Ecole polytechnique dans son nouveau local (ci-devant collège de Navarre).

M. Monge ayant été nommé président du sénat, n'a pu continuer ses leçons; M. Hachette a été chargé de continuer le cours d'analyse appliquée à la géométrie, pour la seconde division.

---

§. III.

PERSONNEL DES ÉLÈVES.

MM. Cousin et Robert ont été admis, le premier dans le service des ponts et chaussées, et le second dans le service de l'artillerie, à défaut de places vacantes dans le service des mines, où ils avoient été déclarés admissibles le 13 brumaire an 14. (*Voyez* Correspondance, pag. 156.)

M. Berge, lieutenant-colonel d'artillerie, aide de-camp du premier inspecteur de cette arme, a été nommé *major* du 5e. régiment d'artillerie à cheval.

M. Trémiolles (sorti de l'Ecole en l'an 8 pour le service du génie militaire) a été nommé capitaine et membre de la légion d'honneur.

Ont été nommés auditeurs au conseil d'état, MM. Barante, Basset, Jules Anglès.

A été nommé préfet de Montenotte, M. Chabrol (J. J. G. A.).

M. Héron de Villefosse a été nommé ingénieur en chef des mines.

M. Lamandé fils a été nommé ingénieur en chef de deuxième classe; c'est le premier élève de l'Ecole polytechnique promu à ce grade. Il doit cet avancement aux talens dont il a fait preuve dans la direction des travaux du pont en fer construit à Paris près le Jardin des Plantes. Cet ouvrage, digne du corps le plus célèbre dans l'art des constructions (*le corps impérial des ponts et chaussées*), est actuellement consacré à la gloire des militaires français. Ce beau monument devoit rappeler une époque remarquable; le public l'avoit nommé pont d'*Austerlitz*. L'Empereur a voulu que les rues qui aboutissent à ce pont, prissent les noms des braves officiers morts dans cette glorieuse campagne, que la victoire d'Austerlitz avoit terminée, et que l'une de ces rues rappelât à la postérité le nom du colonel *Lacuée*.

Pourrois-je peindre l'effet qu'a produit ce décret impérial sur les élèves de l'Ecole polytechnique? Admiration pour le génie d'un Empereur, aussi attentif à distinguer le mérite que prompt à le récompenser; douleur profonde sur la perte du colonel *Lacuée*, dont le nom leur rappelloit l'oncle de ce jeune officier, le Gouverneur, le père de l'Ecole Impériale polytechnique; cette noble ardeur que les plus grands revers ne peuvent abattre, et que le récit des belles actions enflamme: tels sont les sentimens que tous les élèves ont éprouvés. C'est dans le même tems que j'ai recueilli, sur une carte dessinée au pinceau par l'un d'eux, la notice suivante:

Combat livré le 9 octobre 1805, aux ponts sous Gunzbourg, entre les troupes autrichiennes défendant le passage du Danube par quatre régimens et vingt pièces de canon, et les troupes françaises, commandées par le colonel Laçuée.

La division du général Mulher marche à l'attaque des ponts; les trois corps de droite attaquent et enlèvent le pont de communication entre la rive gauche du Danube et la petite île située sous Gunzbourg; ils sont ensuite repoussés.

Le 59e. régiment, commandé par le colonel *Lacuée*, attaque

le pont placé immédiatement au-dessous du premier; il est enlevé sous 20 pièces de canon, dont trois tirent à mitraille. Les cinq compagnies qui ont forcé ce pont, gagnent la hauteur qui domine le village de *Reisenberg*; là le colonel *Lacuée* reçoit une première blessure; il n'en continue pas moins sa marche victorieuse, et s'approche du chemin qui conduit de *Gunzbourg* à *Nornheim*. Maître de cette position, il est atteint d'une balle qui lui perce le cœur. Les sapeurs le reportèrent au point où avoit commencé l'attaque, et il y expira. On a recueilli ses derniers mots; ils sont dignes du héros qui les a proférés : *Le régiment a fait son devoir, je meurs content.*

Le prince Murat a ordonné qu'on érigeât sur sa tombe un monument pour consacrer sa gloire et ses vertus. Le général de brigade Lamarque s'est chargé de rendre les derniers devoirs à son cher et estimable ami.

H. C.

---

§. IV.

ACTES DU GOUVERNEMENT.

Du 28 février 1806. — Décret impérial contenant nomination de M. Poisson à la place de professeur d'analyse, en remplacement de M. Fourier, préfet de l'Isère.

Du même jour. — Décret impérial portant création d'une chaire de grammaire et belles-lettres à l'Ecole polytechnique, et nomination de M. Andrieux à la place de professeur de cette chaire.

Par décision du Ministre de l'intérieur, en date du 18 février, M. Cicéron a été nommé administrateur de l'Ecole polytechnique, en remplacement de M. Lermina, que l'Ecole à perdu le 22 janvier.

CONCOURS POUR L'ADMISSION DES ÉLEVES.

Extrait du registre des délibérations du Conseil d'instruction de l'Ecole impériale polytechnique.

Les examens pour l'admission à l'Ecole impériale polytechnique seront ouverts, pour l'année 1806, dans les villes et aux époques ci-après;

SAVOIR :

M. DINET, *examinateur*.....	Paris,.......	le 1er. septembre.
Tournée du sud-ouest. M. LABBEY, examinateur.	Marseille,..	le 1er. septembre.
	Montpellier,	le 7 *idem.*
	Toulouse,..	le 13 *idem.*
	Bordeaux,..	le 22 *idem.*
	Poitiers,...	le 1er. octobre.
	Orléans,...	le 9 *idem.*
Tournée du nord-ouest. M. FRANCŒUR, examinateur.	Rennes,....	le 1er. septembre.
	Caen,......	le 6 *idem.*
	Rouen,.....	le 12 *idem.*
	Douai,.....	le 18 *idem.*
	Bruxelles,..	le 24 *idem.*
	Mayence,...	le 2 octobre.
	Strasbourg,.	le 6 *idem.*
	Metz,......	le 11 *idem.*
Tournée du sud-est. MM. HACHETTE et POISSON, examinateurs.	Gênes,.....	le 1er. septembre.
	Turin,.....	le 6 *idem.*
	Grenoble,..	le 14 *idem.*
	Lyon,......	le 19 *idem.*
	Genève,....	le 26 *idem.*
	Besançon,..	le 2 octobre.
	Dijon,.....	le 9 *idem.*

Le programme des connoissances exigées pour l'admission à l'Ecole impériale polytechnique a été arrêté par le Conseil de perfectionnement, et approuvé par le Ministre de l'intérieur, ainsi qu'il a été donné n°. 5 de la Correspondance, pag. 176.

Conformément au vœu du Conseil de perfectionnement, approuvé par le Ministre, et dans la vue d'empêcher que les élèves de l'Ecole impériale polytechnique ne fussent exposés à y apporter ou à y recevoir la contagion de la petite vérole, les candidats seront tenus de produire un certificat authentique constatant qu'ils ont eu cette maladie ou qu'ils ont été vaccinés.

Les conditions pour être admis à l'examen sont détaillées dans la loi et les arrêtés suivans;

SAVOIR :

Loi du 25 frimaire an 8.

Art. 4. Ne pourront se présenter à l'examen d'admission que les Français âgés de 16 à 20 ans; ils seront porteurs d'un certificat de l'administration municipale de leur domicile, attestant leur bonne conduite et leur attachement au Gouvernement.

Art. 5. Tout Français qui aura fait deux campagnes de guerre dans l'une des armées de la république, ou un service militaire pendant trois ans, sera admis à l'examen jusqu'à l'âge de vingt-six ans accomplis.

Art. 7. Chaque candidat déclarera à l'examinateur le service public pour lequel il se destine, etc. Ces services sont *l'artillerie de terre, l'artillerie de la marine, le génie militaire, les ponts et chaussées, la construction civile et nautique des vaisseaux et bâtimens civils de la marine, les mines.*

Arrêté du 12 germinal an 11.

Art. 1er. Les sous-officiers et soldats d'artillerie qui, au jugement des professeurs des écoles de cette arme, auront acquis les connoissances exigées pour entrer à l'Ecole polytechnique, pourront concourir par voie de l'examen, pour y être admis, jusqu'à l'âge de trente ans accomplis, au lieu de vingt-six fixé par la loi du 25 frimaire an 8 (sous la condition commune aux militaires des autres armes, de justifier de deux campagnes de guerre ou de trois années de service militaire).

Arrêté du 18 fructidor an 11.

Art. 51. Les sous-officiers et soldats de sapeurs et mineurs qui auront acquis les connoissances exigées pour entrer à l'Ecole polytechnique, pourront concourir pour y être admis jusqu'à l'âge de trente ans accomplis, au lieu de vingt-six fixé par la loi du 25 frimaire an 8 (sous la même condition que ci-dessus, pour l'artillerie et les autres armes).

Les militaires qui sont dans ce cas recevront des routes pour se rendre à Paris ou dans la ville d'examen la plus voisine de leur garnison, à l'effet de se présenter aux examens de l'Ecole polytechnique.

Décret impérial du 22 fructidor an 13.

Art. 1er. Tout individu qui sera admis à l'avenir à l'Ecole polytechnique en qualité d'élève, devra verser entre les mains du conseil d'administration de cette école une pension annuelle de 800 francs. Cette pension sera assurée et payée ainsi qu'il est prescrit pour les pensions des vélites.

Art. 2. Outre la pension prescrite par l'article 1er., chaque élève devra, en entrant à l'École, être pourvu d'un trousseau semblable à celui qui a été déterminé pour l'école spéciale militaire, et se fournir à ses frais les livres de tout genre, les règles, compas et crayons qui lui sont personnellement nécessaires.

Les détails particuliers relatifs à la composition du trousseau et autres conditions secondaires d'admission des élèves seront indiqués dans un programme séparé qui sera adressé à MM. les préfets et affiché dans les salles d'examen.

Les actes de naissance, certificats et autres pièces pour justifier que les candidats ont rempli les conditions ci-dessus, seront remis par eux à l'examinateur avant l'examen.

Ceux qui desireront concourir, devront se rendre dans l'une des villes indiquées ci-dessus, se présenter au préfet, qui les fera inscrire et leur indiquera le jour et le lieu où ils pourront subir l'examen. Il en sera de même de ceux qui desireront être examinés à Paris; ils seront tenus de se présenter à la préfecture du département de la Seine, où on les fera inscrire et où on leur indiquera le jour et l'heure de leur examen. *La liste des candidats sera fermée la veille de l'ouverture de l'examen.*

Les candidats qui auront été admis par le jury recevront à leur domicile leur lettre d'admission; il seront tenus de se rendre à Paris assez à tems pour assister à l'ouverture des cours que la loi a fixée au 20 novembre. Ceux des candidats admis qui, à raison de leur peu de fortune, auroient besoin de secours, recevront, pour leur voyage (suivant la décision du Ministre-directeur de l'administration de la guerre, en date du 9 germinal an 12), le traitement du grade de sergent d'artillerie marchant sans étape, d'après une feuille de route qui leur sera délivrée par le commissaire des guerres de l'arrondissement de leur domicile, à la vue de leur lettre d'admission, conformément à l'article 11 de la loi précitée.

Le 31 mai 1806.

Le conseiller d'état, président de la section de la guerre, grand officier de la légion d'honneur, membre de l'institut national, gouverneur de l'Ecole impériale polytechnique,

J. G. Lacuée.

Décision de son excellence le Ministre de l'intérieur, relative à l'âge d'admission, du 7 juin 1806.

Les candidats ne seront admis à l'examen qu'en justifiant qu'ils n'ont pas eu vingt ans accomplis le 1er. janvier de l'année du concours, et qu'ils auront au moins seize ans le 20 novembre, époque de l'ouverture des cours de l'Ecole polytechnique.

Extrait du décret impérial du 8 fructidor an 13, concernant la levée de la conscription de l'an 14 (tit. 5).

Les élèves de l'Ecole polytechnique ayant rang de sergent d'artillerie, conformément à la loi du 25 frimaire an 8, ne doivent point, tant qu'ils sont à cette école, être appelés pour être mis en activité; mais s'ils en sortent sans être placés par le Gouvernement, ils seront tenus de marcher au premier appel fait à leur canton, si leur numéro les y appelle ou les y a précédemment appelés.

Au palais des Tuileries, le 3 mars 1806.

Napoléon, empereur des Français et roi d'Italie, vu notre décret impérial du 3 frimaire an 13, sur le rapport de notre Ministre de l'intérieur, nous avons décrété et décrétons ce qui suit:

Art. Ier. L'ancien collège de Boncours, dont les bâtimens et dépendances devoient être compris dans la conscription du lycée-pensionnat de Napoléon, sont et demeurent affectés au service de l'Ecole polytechnique.

II. Les maisons ayant vue sur l'intérieur des bâtimens actuels de l'Ecole polytechnique, lesquelles faisoient partie des dépendances du collège de Navarre, et qui ont été vendues et aliénées comme biens nationaux, seront rachetées pour l'isolement et la conscription de cet établissement, et lui seront et demeureront également affectées.

III. Il sera pris par notre Ministre de l'intérieur, toutes les mesures convenables pour traiter avec les acquéreurs et adjudicataires de la rétrocession de ces maisons. Un crédit spécial sera ouvert pour en affecter le paiement d'après le prix stipulé dans la soumission des propriétaires actuels, et aux termes du contrat d'acquisition qui en sera passé.

IV. Notre Ministre de la guerre est autorisé à faire acquitter les 22,597 francs, restant du crédit spécial de l'an 13 ouvert au budjet de son département pour l'Ecole polytechnique. L'emploi en sera fait conformément à ce qui aura été ordonné pour le service de l'Ecole.

V. Notre Ministre de l'intérieur est chargé de l'exécution du présent décret.

Signé NAPOLÉON.

Par l'Empereur, le secrétaire d'état, *Signé* HUG. B. MARET.

Pour ampliation, le Ministre de l'intérieur,

Signé CHAMPAGNY.

CORRESPONDANCE

SUR

L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

Rédigée par M. HACHETTE.

N°. 7. *Janvier 1807.*

§. I. ANALYSE APPLIQUÉE A LA GÉOMÉTRIE.

PROBLÈME.

Trouver l'équation de la surface développable qui a, pour arête de rebroussement, une courbe à double courbure, dont on connoît l'équation unique aux différences ordinaires?

SOLUTION, *par M.* Monge.

Soient α, $\varphi\alpha$, $\psi\alpha$ les trois coordonnées d'un point de la courbe, correspondantes aux z, x, y; l'équation unique aux différences ordinaires de cette courbe sera représentée par

$$F\left\{\alpha, \varphi, \psi, \varphi', \psi'\right\} = 0,$$

dans laquelle la fonction F est donnée. Il est clair qu'il ne s'agit que de trouver les valeurs des cinq quantités $\alpha, \varphi, \psi, \varphi', \psi'$, en x, y, z, et leurs dérivées, et de les substituer dans l'équation $F=0$; ce sont ces valeurs que je vais chercher.

On sait que l'équation du plan tangent à la surface développable qui passe par le point considéré sur l'arête de rebroussement est

$$z-\alpha = p(x-\varphi)+q(y-\psi) \ldots\ldots\ldots\ldots (A)$$

De plus, il est évident que les deux plans tangens qui suivent le

précédent passent encore par le même point de l'arête de rebroussement; car le second coupe le premier dans la tangente à la courbe, et passe par conséquent par le point de contact qui est celui que l'on considère; et le troisième coupe le second dans la tangente suivante qui passe aussi par le même point. Donc, on peut différentier l'équation (A) deux fois de suite, en regardant α comme seule variable, ce qui donne

$$p\varphi' + q\psi' = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots (B)$$
$$p\varphi'' + q\psi'' = 0.$$

D'après cela, on peut donc différentier (A) et (B) en regardant α comme constante; on aura donc aussi

$$(x - \varphi)\, dp + (y - \psi)\, dq = 0 \dots\dots\dots\dots\dots\dots (C)$$
$$\varphi'\, dp + \psi'\, dq = 0 \dots\dots\dots\dots\dots\dots (D)$$

enfin (D) étant la différentielle de (C) prise en regardant α comme seule variable, il s'ensuit qu'on peut différentier (C) en regardant α comme constante, ce qui donne

$$(x - \varphi)\, ddp + (y - \psi)\, ddq + dpdx + dqdy = 0 \dots (E)$$

Donc, si des cinq équations (A), (B), (C), (D), (E) on tire les valeurs des cinq quantités z, φ, ψ, φ', ψ' pour les substituer dans $F = 0$, on aura en $x, y, z, p, q, dp, dq, ddp, ddq$, l'équation de la surface développable demandée.

Or, les cinq équations (A), (B), (C), (D), (E) donnent

$$(x - \varphi)(dpddq - dqddp) = dq\,(dpdx + dqdy),$$
$$(y - \psi)(dpddq - dqddp) = -dp\,(dpdx + dqdy),$$
$$(z - \alpha)(dpddq - dqddp) = (pdq - qdp)(dpdx + dqdy),$$
$$\varphi'(pdq - qdp) = dq,$$
$$\psi'(pdq - qdp) = dp,$$

on a donc

$$\varphi = x - \frac{dq\,(dpdx + dqdy)}{dpddq - dqddp},$$
$$\psi = y + \frac{dp\,(dpdx + dqdy)}{dpddq - dqddp},$$

$$\alpha = z - \frac{(pdq - qdp)(dpdx + dqdy)}{dpddq - dqddp},$$
$$\varphi' = \frac{dq}{pdq - qdp}, \quad \psi' = \frac{-dp}{pdq - qdp}.$$

Ainsi, en substituant ces valeurs dans $F = 0$, on aura une équation aux différences mêlées partielles, qui sera celle de la surface développable demandée.

Si l'on veut appliquer ce résultat à l'arête de rebroussement de la surface du canal circulaire dont l'axe quelconque est dans le plan des x, y, on sait que son équation aux différences ordinaires est

$$z^2 (dx^2 + dy^2 + dz^2) = a^2 (dx^2 + dy^2),$$

a étant le rayon du canal,

ou $$z = a\frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}}{\sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}}$$

ou enfin $$z = a\frac{\sqrt{\varphi'^2 + \psi'^2}}{\sqrt{1 + \varphi'^2 + \psi'^2}},$$

substituant, on aura pour équation aux différences mêlées de la surface développable

$$z - \frac{(pdq - qdp)(dpdx + dqdy)}{dpddq - dqddp} = \frac{a\sqrt{dp^2 + dq^2}}{\sqrt{dp^2 + dq^2 + (pdq - qdp)^2}}$$

THÉORÈME (1).

Si, par le centre d'une sphère du rayon r, on conçoit trois plans coordonnés perpendiculaires entre eux, puis trois droites perpendiculaires entre elles qui coupent la sphère en trois points L, M, N dont les coordonnées rectangulaires sont, pour le premier, α', β', γ'; pour le second, α'', β'', γ''; pour le troisième, α''', β''', γ''', on a entre ces neuf quantités les six équations suivantes :

---

(1) M. Monge m'a envoyé la démonstration de ce théorème, de Rome le 6 floréal an 6 (25 avril 1798). H.

$$\alpha'^2 + \beta'^2 + \gamma'^2 = r^2 \,..(1)$$
$$\alpha''^2 + \beta''^2 + \gamma''^2 = r^2 \,..(2)$$
$$\alpha'''^2 + \beta'''^2 + \gamma'''^2 = r^2 \,..(3)$$
$$\alpha'\alpha'' + \beta'\beta'' + \gamma'\gamma'' = 0 \,...(4)$$
$$\alpha''\alpha''' + \beta''\beta''' + \gamma''\gamma''' = 0 \,...(5)$$
$$\alpha'''\alpha' + \beta'''\beta' + \gamma'''\gamma' = 0 \,..(6)$$

on déduit, par des considérations géométriques, les six autres équations suivantes :

$$\alpha'^2 + \alpha''^2 + \alpha'''^2 = r^2 \,..(7)$$
$$\beta'^2 + \beta''^2 + \beta'''^2 = r^2 \,..(8)$$
$$\gamma'^2 + \gamma''^2 + \gamma'''^2 = r^2 \,..(9)$$
$$\alpha'\beta' + \alpha''\beta'' + \alpha'''\beta''' = 0 \,..(10)$$
$$\beta'\gamma' + \beta''\gamma'' + \beta'''\gamma''' = 0 \,..(11)$$
$$\gamma'\alpha' + \gamma''\alpha'' + \gamma'''\alpha''' = 0 \,..(12)$$

Démonstration.

Les trois points L, M, N étant sur la sphère du rayon r, on a évidemment les trois équations (1), (2), (3); l'équation (4) exprime que le plan qui passe par les points L et M, et le centre de la sphère est perpendiculaire à la droite qui passe par ce centre et le point N: les deux autres équations (5) et (6) expriment deux conditions semblables, c'est-à-dire, que les trois points L, M, N, sont à 90° les uns des autres, il s'agit maintenant de prouver que des équations (1), (2), (3), (4), (5), (6), on en peut déduire les six autres.

Les trois plans coordonnés entre eux se coupent suivant trois droites qui rencontrent la sphère en trois points A, B, C; soient les coordonnées de ces points par rapport aux trois plans rectangulaires menés par le centre de la sphère et les points L, M, N, pour le premier, a', b', c'; pour le second, a'', b'', c''; pour le troisième, a''', b''', c''', on aura évidemment les six équations suivantes :

$$a'^2 + b'^2 + c'^2 = r^2.$$
$$a''^2 + b''^2 + c''^2 = r^2.$$
$$a'''^2 + b'''^2 + c'''^2 = r^2.$$
$$a'a'' + b'b'' + c'c'' = 0.$$
$$a''a''' + b''b''' + c''c''' = 0.$$
$$a'''a' + b'''b' + c'''c' = 0.$$

Or chacune des neuf coordonnées a', b', c', a'', b'', c'', a''', b''', c''' a son égale dans les neuf coordonnées α', β', γ', α'', β'', γ'', α''', β''', γ''', par exemple on a $c''' = \gamma'$; en effet nommant O (fig. 1) le centre de la sphère et désignant les droites et les plans par les points qui les déterminent, les droites OL et OC sont perpendiculaires, la premiere au plan OAB, la seconde au plan OMN; or l'angle de ces deux plans est égal à l'angle des deux droites, donc l'angle de la droite OL et du plan OMN est égal à l'angle de la droite OC et du plan OAB, mais les sinus de ces angles pour le rayon r, sont γ' et c''', donc on a $c''' = \gamma'$; en raisonnant de la même manière, on trouvera :

$$c' = \alpha', \qquad b' = \alpha'', \qquad a' = \alpha'''.$$
$$c'' = \beta', \qquad b'' = \beta'', \qquad a'' = \beta'''.$$
$$c''' = \gamma', \qquad b''' = \gamma'', \qquad a''' = \gamma'''.$$

Substituant ces valeurs dans les six dernières équations, on obtient les équations (7), (8), (9), (10), (11), (12).

Nota. M. Lagrange est parvenu aux mêmes résultats par une méthode analytique, dans un mémoire imprimé dans le volume de Berlin 1773.

On trouvera dans ce numéro une autre démonstration analytique de ces théorèmes de géométrie, qui m'a été communiqué par M. Poisson. H.

De quelques propriétés des rayons de courbure d'une surface.

Par M. Hachette.

Les résultats d'analyse qui excitent un véritable intérêt, sont ceux d'où l'on déduit l'explication des phénomènes naturels; la recherche des rayons de courbure d'une surface ou des sections faites dans cette surface, paroîtroit encore un objet de pure curiosité, si l'explication de la capillarité donnée par M. *Laplace*, n'étoit pas une nouvelle preuve, que les vérités mathématiques les plus abstraites sont comme des pierres d'attente qui doivent servir de base au système de nos connoissances physiques.

Les forces qui agissent dans les tubes capillaires, étant de la nature de celles qu'on regarde comme la cause des actions chimiques, l'application du calcul à ce genre de forces est dans l'histoire des sciences une époque très-remarquable; elle est d'ailleurs un nouveau lien de la physique et de la géométrie.

La théorie des tubes capillaires conduit à ce résultat « que l'action

« d'un corps de figure quelconque sur le fluide renfermé dans un « canal infiniment étroit, perpendiculaire en un point quelconque « de sa surface, est égale à la demi-somme des actions des deux « sphères qui auroient pour rayons le rayon osculateur d'une « section quelconque de la surface par un plan mené perpendi- « culairement à la surface par ce point, et le rayon osculateur de « la section formée par un plan perpendiculaire au premier. »

La même théorie s'applique à l'adhésion des corps à la surface des fluides, ainsi qu'à l'attraction et à la répulsion apparente des petits corps qui nagent à la surface des fluides; M. *Monge* avoit déja fait voir que ces attractions et répulsions étoient une conséquence de la capillarité (*Voyez* les Mémoires de l'Académie de Paris, année 1787); si on se rappelle que c'est aux mêmes savans qu'on doit la plus belle expérience de ce siècle, la *composition de l'eau*, (1) on sera pénétré d'admiration pour les génies qui, à l'exemple de Newton, perfectionnent à-la-fois les sciences physiques et mathématiques.

Théorème.

Si, par un point quelconque d'une surface courbe, on trace une ligne sur cette surface, elle sera touchée suivant cette ligne par une surface développable telle, que les deux sections normales menées par une droite quelconque de la surface développable et la tangente à la ligne tracée sur la surface donnée, ont des rayons de courbure dont la somme est égale à la somme des rayons de courbure de cette dernière surface. (Voyez l'énoncé de cette proposition, par M. *Dupin*, n°. 6 de cette Correspondance.)

Démonstration analytique.

Soient x', y', z' les coordonnées d'un point quelconque d'une surface courbe pour lequel on a

$$dz' = p'dz' + q'dy', \quad dp' = r'dx' + s'dy', \quad dq' = s'dx' + t'dy'$$

l'équation du plan tangent en ce point est

$$z - z' = p'(x - x') + q'(y - y'),$$

(1) M. Monge avoit commencé cette expérience à Mezières, dès le mois d'avril 1783; elle fut faite, à-peu-près dans le même tems, en Angleterre, par M. Cavendish, sans que M. Monge en eût connoissance.

x, y, z étant les coordonnées d'un point quelconque du plan: $\frac{dy'}{dx'}$ détermine la direction de la tangente à la ligne de contact de la surface proposée et de la surface développable; soit m' la valeur de $\frac{dy'}{dx'}$ pour cette tangente; en différentiant l'équation du plan tangent par rapport à x', y', z', elle devient

$$dp'(x - x') + dq'(y - y') = 0,$$

ou $(r'dx' + s'dy')(x - x') + (s'dx' + t'dy')(y - y') = 0.$

Mettant dans cette dernière équation pour $\frac{dy'}{dx'}$ sa valeur m', on a

$$(r' + s'm')(x - x') + (s' + t'm')(y - y') = 0,$$

d'où l'on tire $\frac{dy}{dx} = m = \frac{-(r' + s'm')}{s' + t'm'}$; cette valeur m détermine la direction de la droite de la surface développable circonscrite à la surface proposée.

Si on nomme a le rayon de la sphère osculatrice qui touche la surface proposée au point x', y', z', suivant la courbe dont la tangente est déterminée par $\frac{dy'}{dx'} = m'$, on aura

$$a = \frac{-\sqrt{1 + p'^2 + q'^2}\,(1 + p'^2 + 2p'q'm' + (1 + q'^2)m'^2)}{r' + 2s'm' + t'm'^2};$$

pour simplifier cette expression, on peut supposer le plan des x, y parallèle au plan qui touche la surface au point x', y', z'; d'après cette hypothèse, on a $p' = 0$, $q' = 0$, et la valeur de a devient $\frac{-(1 + m'^2)}{r' + 2s'm' + t'm'^2}$.

Par la même raison, la valeur a' de a, correspondant à $\frac{dy}{dx} = m$ est $\frac{-(1 + m^2)}{r' + 2s'm + t'm^2}$, il s'agit donc de démontrer que la somme $a + a'$ est égale à la somme des rayons de courbure de la surface correspondante au point $x', y'\ z'$; or, ces rayons de courbure sont donnés par l'équation,

$gR^2 + hkR + k^4 = 0$, (*Voyez* les feuilles d'analyse de Monge.)

dans laquelle R est le rayon de courbure $g = r't' - s'^2$, $h = (1 + q'^2)r' - 2p'q's' + (1 + p'^2)t'$, $k = \sqrt{1 + p'^2 + q'^2}$.

$\frac{-hk}{g}$ est donc la somme des deux rayons de courbure; mais dans l'hypothèse de $p'=0$, $q'=0$, elle se réduit à $\frac{-(r'+t')}{r't'-s'^2}$;
donc, on doit avoir $a+a'=\frac{-(r'+t')}{r't'-s'^2}$.

Pour vérifier si cette égalité a lieu, qu'on substitue dans l'expression de a' pour m sa valeur $\frac{-(r'+s'm')}{s'+t'm'}$, et elle deviendra :

$$\frac{-((s'+t'm')^2+(r'+s'm')^2)}{r'(s'+t'm')^2-2s'(s'+t'm')(r'+s'm')\quad t'(r'+s'm')^2}, \text{ ou}$$

$$-\frac{1}{r't'-s'^2}\left(\frac{(s'+t'm')^2+(r'+s'm')^2}{r'+2s'm'+t'm'^2}\right);$$

$$\text{or, } a=\frac{-(1+m'^2)(r't'-s'^2)}{(r't'-s'^2)(r'+2s'm'+t'm'^2)},$$

$$\text{donc, } a+a'=\frac{-(r'+t')}{r't'-s'^2};$$

la traduction de cette équation est l'énoncé de la première proposition qu'il s'agissoit de démontrer.

En nommant a le rayon de la sphère osculatrice, qui touche une surface au point x', y', z', et qui a un contact du second ordre avec cette surface suivant la courbe dont la tangente est déterminée par une valeur m' de $\frac{dy'}{dx'}$, j'ai supposé que ce rayon a avoit pour expression

$$a=-\frac{\sqrt{1+p'^2+q'^2}\,(1+p'^2+q'^2+2p'q'm'+(1+q'^2)m'^2)}{r'+2^{2'}m'+t'm's'}$$

l'équation différentielle de la surface étant $dz'=p'dx'+q'dx'$; il sera facile de déduire cette formule des feuilles d'analyse de M. Monge.

En effet, soit l'équation de la sphère osculatrice.

$$(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2+(z-\gamma)^2=a^2.$$

α, β, γ étoient les coordonnées du centre; la sphère devant passer par le point $x', y' z'$ de la surface, son équation, pour ce point, devient

$$(x'-\alpha)^2+(y'-\beta)^2+(z'-\gamma)^2=a^2,$$

d'où l'on tire :

$$\left(\frac{dz'}{dx'}\right)=\frac{-(x'-\alpha)}{z'-\gamma}, \qquad \left(\frac{dz'}{dy'}\right)=\frac{-(y'-\beta)}{z'-\gamma},$$

mais la sphère osculatrice a même plan tangent que la surface proposée; donc

$$p'=\frac{-(x'-\alpha)}{z'-\gamma}, \qquad q'=\frac{-(y'-\beta)}{z'-\gamma},$$

d'où l'on tire

$$(z'-\gamma)^2(1+p'^2+q'^2)=a^2$$

des valeurs de $\left(\frac{dz'}{dx'}\right)$ et $\left(\frac{dz'}{dy'}\right)$, on en déduit celles-ci :

$$\left(\frac{d^2z'}{dx'^2}\right)=\frac{-(1+p'^2)}{z'-\gamma}$$

$$\left(\frac{d^2z'}{dx'dy'}\right)=\frac{-p'q'}{z'-\gamma}$$

$$\frac{d^2z'}{dy'^2}=\frac{-(1+q'^2)}{z'-\gamma}$$

Le d^2z' de la surface proposée doit être le même que le d^2z' de la sphère osculatrice; pour la première on a

$$d^2z'=r'dx'^2+2s'dx'dy'+t'dy'^2$$

et pour la seconde,

$$d^2z'=\left(\frac{d^2z'}{dx'^2}\right)dx'^2+2\left(\frac{d^2z'}{dx'dy'}\right)dx'dy'+\frac{d^2z'}{dy'^2}dy'^2$$

égalant ces deux valeurs et faisant $\frac{dy'}{dx'}=m'$,

on a :

$$z'-\gamma=\frac{-(m'^2(1+p'^2)+2p'q'm'+1+p'^2)}{r'+2s'm'+t'm'^2}.$$

mettant cette valeur dans l'équation trouvée

$a=(z'-\gamma)\sqrt{1+p'^2+q'^2}$, on a l'expression du rayon de la sphère osculatrice.

SECOND THÉORÈME.

Si, par un point quelconque d'une surface courbe, on mène deux sections planes normales à la surface et perpendiculaires entre elles, les rayons de courbure de ces sections étant renversés, leur somme est une quantité constante pour le même point de la surface, en sorte que si on nomme ces rayons de courbure a et a', la somme $\frac{1}{a}+\frac{1}{a'}$ est une fonction de x', y', z'.

Démonstration.

L'expression de a étant $\frac{-(1+m'^2)}{r'+2s'm'+t'm'^2}$, on aura la valeur de a', en y mettant pour m', $-\frac{1}{m'}$, puisqu'on suppose les plans des deux sections rectangulaires, donc $a'=\frac{-(1+m'^2)}{r'm'^2+2s'm'+t'}$

$$\text{donc, } \frac{1}{a}+\frac{1}{a'}=\frac{-(r'+2s'm'+t'm'^2+r'm'^2-2s'm'+t')}{1+m'^2}$$

$$=\frac{-(1+m'^2)(r'+t')}{1+m'^2}=-(r'+t'),$$

quantité indépendante de m', et par conséquent *constante*, pour le point de la surface correspondant à x', y', z'.

Analyse d'un Mémoire sur la théorie des déblais et des remblais, par M. DUPIN, *ancien élève, officier du génie maritime.*

Le travail dont cette notice est l'analyse, n'est qu'une suite des recherches de M. Monge sur le même sujet, il a pour but le développement de quelques cas, l'examen de quelques circonstances accessoires, dont M. Monge ne s'est pas occupé dans son mémoire.

Ce géomètre observe d'abord que, toutes choses égales d'ailleurs, le système de transporter le *plus avantageux* est celui où *la somme des produits des masses des élémens transportés, multipliés chacun par l'espace qu'il parcourt*, est un *minimum*.

D'après ce principe, il détermine la direction des routes et le prix

du transport, 1°. lorsque le *déblai* et le *remblai* sont des aires planes; 2°. lorsqu'ils sont des volumes quelconques, il suppose les routes constamment rectilignes, mais susceptibles d'être infléchies, brisées de manière à passer par des points donnés, comme des ponts sur des rivières, des portes dans de grandes clôtures, etc..... Il suppose toujours encore que deux routes consécutives se croisent au-delà du *déblai* et du *remblai*; il observe que lorsque cette condition n'est point satisfaite pour toutes les routes, les solutions trouvées deviennent illusoires et ne peuvent plus être employées; il laisse à l'analyse à les rectifier, elles appartiennent aux méthodes des *maxima et minima* des formules indéfinies; cela est vrai, mais la méthode n'a pas pour cela cessé d'appartenir à la géométrie: quelles relations donne-t-elle alors entre les positions des routes?

Soit D le déblai, R le remblai, ab une première route rencontrant en a dans le déblai une seconde route ac; soit $a'b'$ une route consécutive à la première, rencontrant en a' une route nécessairement consécutive à la première ac; soit $a''b''$ une troisième route, etc. et ainsi de suite; enfin soient prolongées les routes ab, $a'b'$, $a''b''$...., $a^{(m)}b^{(m)}$...., ac, $a'c'$ $a''c''$, $a^{(m)}c^{(m)}$, jusqu'à leurs intersections successives F, F', F'',.... $F^{(m)}$; f, f', f'',..... $f^{(m)}$.

La courbe $aa'a''$..... $a^{(m)}$ qui sépare les routes ab, $a'b'$, $a''b''$.... $a^{(m)}b^{(m)}$ d'une direction, de celles ac, $a'c'$, $a''c''$,..... $a^{(m)}c^{(m)}$ de l'autre direction, jouit des propriétés suivantes:

Si on regarde F et f comme les foyers d'une hyperbole qui passe en a, elle passera aussi en a' et elle se confondra avec la courbe $aa'a''$.... $a^{(m)}$ dans toute l'étendue des aa', et elles auront entre elles dans tout cet arc un contact du second ordre.

Et si sur deux routes quelconques $a^{(m)}F^{(m)}$, $a^{(m)}f^{(m)}$ on dirige deux fils flexibles et inextensibles, fixes en $F^{(m)}$ et $f^{(m)}$, $a^{(m)}$ étant un point générateur qui tient les deux fils réunis et tendus sans en laisser glisser un plutôt que l'autre, alors quand le point $a^{(m)}$ se mouvra, les fils $a^{(m)}F^{(m)}$..... $a^{(m)}f^{(m)}$ s'accroîtront également, le premier se pliera sur la courbe $F^{(m)}$..... $F''F'F$, le second sur la courbe $f^{(m)}$..... $f''f'f$, *le point* $a^{(m)}$ décrira la courbe $a^{(m)}$.... $a''a'a$ *qui sépare les routes des deux systêmes, et chaque position d'un des fils sera la direction d'une des routes.*

Il est facile d'étendre ces considérations au cas où le *déblai* et le *remblai* au lieu d'être des aires planes sont des volumes quelconques.

On concevra toutes les routes d'un systême ab, $a'b'$, $a''b''$, ... $^{(m)}b^{(m)}$ dont les intersections successives forment une surface veloppable, les routes de l'autre systême ac, $a'c'$, $a''c''$,.....

$a^{(m)}c'^{(m)}$ qui croisent les premières, formeront une autre surface $aa'a''....\ ff'f''$ qui sera encore développable, et cette propriété est remarquable; et en pliant des fils sur leurs arêtes de rebroussement $FF'F''.....\ F^{(m)}$, $ff'f''.....f^{(m)}$ le point $a^{(m)}$ qui les réunira, décrira la courbe $aa'a''....\ a^{(m)}$, où les routes des deux systêmes viennent se croiser sur la surface qui les sépare.

Si je ne me suis trompé, j'ai prouvé (dans un mémoire sur les contacts des sphères et des surfaces du 2[d]. degré) que les courbes du second degré n'avoient pas seulement pour foyers les points qui dans leur plan étoient donnés sur leur grand axe, que chacune d'elles en avoit encore au contraire une infinité d'autres, que le systême de ces foyers formoit une courbe du second degré qui n'avoit fait qu'échanger avec la première d'excentricité et de grand axe en se plaçant d'ailleurs dans un plan perpendiculaire à la courbe primitive.

En regardant ici F, f comme les foyers d'une hyperbole qui, dans l'espace, passe en a et en a', ce qui se peut toujours, cette hyperbole aura toujours un contact du second ordre avec la courbe $aa'a''.....\ a^{(m)}$, dans toute l'étendue de aa'.

Si on suppose les points $F^{(m)}$, $f^{(m)}$ les foyers d'une hyperboloïde de révolution qui passe en $a^{(m)}$; cet hyperboloïde sera osculateur de la courbe $aa'a''.....\ a^{(m)}$, la suite des hyperboloïdes donnés par les mêmes arêtes de rebroussement $FF'F''....\ F^{(m)}$, $ff'f''.....f^{(m)}$ aura pour enveloppe une surface sur laquelle se trouvera la courbe cherchée et, en passant d'une *enveloppe* à l'autre, par la variation des arêtes $F.....\ F^{(m)}$, $f.....\ f^{(m)}$, on obtiendra une *enveloppe des enveloppes* dont les caractéristiques seront les courbes cherchées elles-mêmes, et cette *enveloppe* sera par conséquent la *surface même de séparation des routes qui doivent se croiser dans le déblai* et le *remblai*.

Cette génération jointe à la condition que les routes consécutives interceptent le même volume sur le *déblai* et sur le *remblai*, est de nature à fournir immédiatement des équations différentielles, et par suite des équations intégrales indéfinies; on en posera les limites, en satisfaisant à cette condition que les routes extrêmes interceptent entre elles des volumes égaux sur le *déblai* et sur le *remblai*.

Jusqu'ici on a regardé les routes comme pouvant toujours être rectilignes dans toute leur étendue; mais ce n'est pas là l'hypothès de la nature, elles doivent suivre la surface du terrein qui sépa le *déblai* du *remblai*, et rarement cette surface n'assujétit les rou à aucune courbure ou inflexion dans leur direction, quelle doit alors la forme des routes, lorsqu'on n'a pas égard à la pesant

et lorsqu'on la fait entrer en considération, la forme, la direction des routes changent-elles ou se conservent-elles les mêmes?

Quelle que soit la direction de chacune des routes qui doivent être placées sur une surface quelconque, elles doivent être les lignes les plus courtes qu'on puisse, entre leurs extrémités, mener sur cette surface.

Mais *les lignes les plus courtes sur les surfaces* jouissent de cette propriété remarquable, caractéristique, et qui suffità leur définition, *que tous leurs plans osculateurs sont normaux à la surface au point d'osculation.*

Cette propriété est la vraie clef de toute la théorie de la courbure des surfaces : en effet, toutes *les courbes des centres de courbure sont sur la surface des centres de courbure des lignes les plus courtes qu'on puisse, sur cette surface, mener entre leurs extrémités*, et pour qu'un systême donné de lignes puisse être celui *des centres de courbure d'une surface*, il faut que ces lignes soient entre leurs extrémités les lignes les plus courtes sur la surface qu'elles forment par leur ensemble.

Cette propriété démontre immédiatement que les surfaces développables des rayons de courbure *se croisent à angles droits*, et tous les autres théorèmes relatifs aux contacts du second ordre des surfaces; mais comme ceux-ci tiennent en outre à un ensemble de propriétés qu'il seroit trop long de faire connoître ici, nous ne nous en occuperons pas.

Je me suis beaucoup écarté de mon sujet, et cependant les principes que je viens d'exposer étant nécessaires à sa discussion, j'ai dû les développer; je me hâte de revenir à la théorie des transports.

Nous venons de dire que les routes devoient en s'infléchissant sur la surface qu'elles sont assujéties à parcourir, suivre les *lignes les plus courtes* de cette surface; donc, les *tangentes* à ces courbes, c'est-à-dire la partie rectiligne des routes, *avant qu'elles aient atteint et après qu'elles ont quitté la surface*, sont les normales d'une même surface courbe, les surfaces développables qu'elles forment se croisent à angles droits, etc....

En faisant entrer en considération l'action de la gravité sur les volumes transportés, on démontrera que dans le *systême actuel de nos transports*, la direction des routes ne doit pas cesser d'être la même que dans l'hypothèse plus simple où les corps sont soumis à la puissance de translation. En supposant même que la densité du *déblai* et du *remblai* puisse être variable dans chacun de leurs points, tout ce que nous avons dit jusqu'ici s'appliquera

également au cas déjà traité de l'homogénéité du *déblai* et du *remblai* ; et au cas où la densité varieroit pour chacune de leurs parties d'une manière quelconque.

Ainsi, les belles propriétés que M. Monge a assignées aux routes dans les relations de leurs positions réciproques, lorsque ces routes sont entièrement libres dans l'espace, qu'elles se croisent au-delà du *déblai* et du *remblai*, que la pesanteur est négligée et la densité uniforme, conservent toute leur généralité lorsque les routes sont libres ou dirigées sur des surfaces quelconques, qu'elles se croisent ou non au-delà de leurs extrémités, que la densité soit ou ne soit pas constante, qu'on néglige ou qu'on considère l'action des forces de la nature.

Il y a plus, l'examen des cas les plus généraux semble être plus facile, et les résultats auxquels il conduit démontrent comme conséquence immédiate ceux où les routes sont supposées rectilignes, et cet examen fait connoître encore les diverses propriétés de la courbure des surfaces.

Après avoir considéré les routes comme assujéties toutes ensemble à des inflexions soumises à des lois uniformes et continues, envisageons les cas où elles sont forcées à des changemens brusques dans leur direction ; supposons, par exemple, qu'à *chaque retour* les ouvriers, ou les voitures destinées au transport, doivent passer par un *point donné*. Tel serait le cas de transports éloignés qui ne permettraient de faire qu'un voyage par jour ou par relais, tous les ouvriers, les chevaux, etc..... reviendraient à chaque route parcourue, à l'habitation de l'atelier.

Voici quelles seront alors les relations entre les positions des routes : si le *déblai* et le *remblai* sont des volumes déterminés, les routes des *allées* seront les mêmes, soit qu'on ait ou non égard aux *retours*, car elles sont également les routes du *minimum* dans l'un et l'autre cas.

Il n'en est pas ainsi lorsque le *déblai* et le *remblai* sont regardés comme des volumes indéfinis qu'il faut déterminer le plus avantageusement possible; en regardant dans ce cas le point commun à tous les retours *comme un point lumineux*, la surface qui doit circonscrire le *déblai* ou le *remblai* comme un *miroir ou surface réfléchissante*, les routes des *retours* seront les *rayons incidens*, les routes des *allers* seront les *rayons réfléchis* par cette surface, et *le lieu des images* sera la surface sur laquelle doivent s'infléchir toutes les routes, c'est-à-dire, la surface du terrein, et en supposant pour cette surface, ce qui a lieu pour tous les corps, que les rayons de lumière se dévient en venant la toucher, l'*inflexion de*

la lumière (on employe ici la dénomination de Newton) sera précisément la partie courbe des routes.

On voit par là que si on considère les rayons partis d'un point lumineux réfléchis par une surface quelconque, qui se coupent consécutivement deux à deux, les surfaces développables qu'ils formeront appartiendront à deux systèmes qui se croiseront à angles droits, les lieux des images seront les arêtes de rebroussement des surfaces développables ; ainsi, il y aura deux systèmes d'images donnés chacun par un des systèmes de surfaces développables : ce théorème revient à celui que M. Malus a fait connoître ; l'évaluation des transports déterminera l'intensité de la lumière, et, en adaptant l'analyse de M. Monge au cas général qu'on considère, toute l'optique ne sera plus qu'une conséquence mathématique facile d'un cas particulier de la théorie des transports.

Mais d'autres considérations peuvent conduire avec une égale facilité aux mêmes résultats, nous en avons fait l'objet d'un travail à part auquel il manque encore quelques développemens pour être terminé.

Toutes les *images* sont *réelles* dans l'hypothèse du *déblai* ou du *remblai* indéfini et des retours dirigés sur un point fixe ; elles sont toutes *imaginaires* dans l'hypothèse du *croisement* des *routes* entre leurs extrémités ; c'est la seule différence que présente l'analyse de ces deux questions si différentes, déterminer la surface qui doit circonscrire le *déblai* ou le *remblai* quand les retours sont dirigés sur un point fixe, et déterminer la surface qui, *dans le croisement des routes*, sépare les routes d'une direction de celles de l'autre direction ; l'une est un *miroir* qui rend *réelles toutes* les images, l'autre est un *miroir* qui les rend *toutes* imaginaires; l'une est l'enveloppe d'un système d'ellipsoïdes, l'autre l'est d'un système d'hyperboloïdes de révolution qui ont avec elles un contact du second ordre.

Passons actuellement à l'application de ces solutions à la pratique.

Ce seroit évidemment une entreprise ridicule que de vouloir assigner à chaque élément ou pour chaque charge très-petite la route qu'elle doit parcourir. Mais en divisant le travail par ateliers, comme cela se fait toujours dans les grands travaux, en déterminant les routes extrêmes qui doivent séparer les transports des divers ateliers, il suffira que les transports dans chacun d'eux se fassent en suivant des directions intermédiaires aux limites, et qui seront nécessairement et suffisamment indiquées par les premières, et cette opération, peu longue en elle-même, présentera encore moins de difficultés.

On déterminera facilement avec des jalons les lignes les plus

courtes sur le terrein, c'est-à-dire les routes, leur direction primitive étant donnée, par les conditions que le contour apparent du terrein ou son plan tangent soit normal au plan osculateur de la route, et par consequent au plan mené par trois de ses points consécutifs.

On cherchera d'abord une des lignes les plus courtes sur le terrein qui intercepte sur le *déblai* et le *remblai* par la surface développable de ses tangentes, des volumes assez peu différens de ceux à transporter par les ateliers qu'on veut limiter. Cette ligne déterminée, ce qui n'exigera que quelques évaluations grossières en un simple jalonnage, on concevra sa développante qui, sur le *déblai*, sépare en deux parties égales la section de la surface des tangentes dans le *déblai* : on cherchera celle des développées de cette développante dont la surface des tangentes intercepte sur le *remblai* un volume égal au volume donné, l'hypothèse que la première route diffère peu de la véritable, rendra cette recherche facile, et cette développée sera la route cherchée.

Il est un cas plus facile que les autres, c'est celui où le transport au lieu de se faire en montant doit se faire en descendant, on profite alors de l'action de la pesanteur pour avancer le travail ; on sape les terres du *déblai* en enlevant d'abord les parties les moins élevées, on les voiture jusqu'aux premiers points qu'on rencontre à remblayer; on les élève jusqu'à leur plus grande hauteur, et on passe ensuite tout le reste des terres par-dessus celles-là; on les jette, et leur poids les entraîne jusqu'aux parties les plus basses du *remblai*. Voici comment alors on trouvera les routes.

La surface du terrein à obtenir sera le lieu de toutes les *routes* : mais les élémens de cette aire ne devront pas être regardés comme homogènes, les densités des élémens seront représentées par les *hauteurs de terre* (cotes rouges) qui leur correspondent sur le *déblai* et le *remblai*; et d'après ces données, on déterminera les routes sans plus de difficultés que dans le transport des aires planes homogènes.

C'est par des méthodes qui ont avec celles-ci les plus grandes analogies, que les ingénieurs maritimes déterminent la vraie flottaison des vaisseaux, d'après une flottaison fictive et qui est supposée en peu différer ; et les mêmes méthodes d'approximation se présentent à chaque instant dans les applications des sciences mathématiques : seulement, comme c'est de l'exactitude des opérations des constructeurs de vaisseaux que dépendent la fortune ou l'honneur et la vie des marins, la gloire des armes de l'Etat, elles doivent avoir une plus grande précision entre leurs mains, qu'en l'appliquant à d'autres usages. Dans l'exemple que nous donnent les remblais, on doit

se borner à une exactitude approchée : car, je le répète, c'est à des déterminations générales et rapides qu'on doit se borner, une approximation suffisante, et voilà tout ce qu'il faut dans les arts; le tems est leur élément le plus précieux, et dès qu'on atteint la limite ou pour parvenir à un plus grand degré de précision, il faut que les artistes sacrifient plus de leur tems qu'ils n'en épargneront en donnant une méthode plus avantageuse, cette limite est le véritable *minimum*, parce que le tems des opérations entre aussi dans l'évaluation qu'on doit faire du prix des travaux.

Beaucoup de choses échappent dans une analyse quelque longue qu'elle puisse être : celle-ci ne l'est déja que trop ; cependant nous avons omis beaucoup de détails nécessaires, et nous craignons de n'avoir donné qu'une idée obscure et peu exacte du travail que nous avons entrepris.

Des lignes de plus grande pente (1).

Problême.

Une surface courbe étant coupée par une suite de plans parallèles entre eux, on demande l'équation de la ligne perpendiculaire aux sections de la surface par ces plans?

Solution par *M. Bétourné, élève.*

Je puis supposer que le plan coupant soit le plan des x, y, car s'il ne l'étoit pas, il me suffiroit d'une simple transformation des coordonnées pour parvenir au cas que je considère. La courbe cherchée étant sur la surface, elle sera parfaitement connue par sa projection sur le plan des x, y ; je suppose donc que l'équation de cette projection soit $y = Fx$. Pour que la courbe cherchée et la section parallèle aux x, y soient perpendiculaires entre elles, il faut que leurs tangentes le soient ; et il est évident que cette condition sera remplie, si les projections des tangentes sur le plan des x, y sont perpendiculaires, ou bien si $1 + aa' = 0$, $y = ax + \alpha, y = a'x + \alpha'$ étant les équations de ces projections :

(1) Etant chargé d'enseigner la théorie de la levée des plans et l'usage des lignes de plus grande pente dans le dessin des cartes topographiques, j'ai cru utile de proposer le problême dont on va lire la solution.

H.

mais $a = \frac{dy}{dx}$, ce coefficient étant pris dans l'équation $y = Fx$; et $a' = \frac{dy}{dx}$, c'est-à-dire, que a' est le coefficient différentiel de y par rapport à x dans la surface, pris en regardant z comme constant. Quand on aura l'équation de la surface proposée, on la différentiera par rapport à x et à y, on éliminera z entre l'équation donnée et sa différentielle, et on tirera la valeur de $\frac{dy}{dx} = a'$ en y et x; on substituera cette valeur dans l'équation $1 + aa' = 0$, et puisque $a = \frac{dy}{dx}$ tiré de $y = Fx$, on obtiendra l'équation différentielle de la courbe cherchée, on l'intégrera, s'il est possible, et la constante sera déterminée par la condition que la courbe passe par un point connu.

Je prends pour exemple les surfaces de révolution coupées perpendiculairement à leur axe, et dont l'équation est $x^2 + y^2 = \varphi z$, en supposant que l'axe de la surface soit aussi celui de z. Je différentie par rapport à x et à y, et j'ai $xdx + ydy = 0$, d'où $\frac{dy}{dx} = \frac{-x}{y}$; je substitue cette valeur dans $1 + aa' = 0$, j'obtiens $1 - a\frac{x}{y} = 0$, mais $a = \frac{dy}{dx}$ de la courbe cherchée, ainsi $1 - \frac{xdy}{ydx} = 0$, ou bien $\frac{dx}{x} - \frac{dy}{y} = 0$, d'où $\frac{dx}{x} = \frac{dy}{y}$, $lx = ly + A = l.\,By$ et $x = By$: c'est l'équation d'une droite passant par l'origine, et l'équation de la projection d'une position de la courbe génératrice; l'on voit confirmé par là ce que l'on savoit d'avance, que la courbe génératrice est toujours perpendiculaire aux sections circulaires. Si la courbe doit passer par un point du plan des x, y dont les coordonnées soient x', y', on devra avoir $x' = By'$, d'où $B = \frac{x'}{y'}$, et par conséquent $x = \frac{x'}{y'}y$.

Enfin, si la surface de la révolution étoit un cône droit circulaire, la courbe seroit alors l'apothême du cône.

Je prends encore les surfaces courbes du second degré. Celles qui ont un centre sont représentées par $Lx^2 + My^2 + Nz^2 = 1$, d'où $\frac{dy}{dx} = \frac{-Lx}{My}$; ainsi $1 \frac{-Lxdy}{Mydx} = 0$, ou bien $\frac{Mdx}{x} = \frac{Ldy}{y}$; et en intégrant $Mlx = Llby$, $x^M = B^L y^L$, on détermine B^L très-facilement : en supposant que la courbe passe par le point x', y' et $z' = 0$, on a alors $x'^M = B^L y'^L$, $B^L = \frac{x'^M}{y'^L}$, et par conséquent $x^M = \frac{x'^M}{y'^L} y^L$. Les surfaces du second degré qui n'ont pas de centre ont pour équation $pz^2 + p'y^2 - 4\,pp'x = 0$, (V. *les Surfaces du second degré, par MM. Monge et Hachette.*) d'où $\frac{dy}{dx} = \frac{2p}{y}$ ainsi $1 + \frac{2\,pdy}{ydx} = 0$, ou bien $dx = -2p\frac{dy}{y}$, et en intégrant $x = -2\,plBy$.

Nota. Ce problême a été résolu dans le même tems (juillet 1806) par *MM. Leroy* de Mezières, *Cauchy* et *Potier*, élèves de M. *Dinet.*

PROPOSITION DE GÉOMÉTRIE, *par* M....., *élève* (1).

Supposez une parabole tracée dans le plan des xy et ayant pour axe principal l'axe des x; supposez de plus un cercle tracé dans le plan des xz, et ayant pour centre un des points de l'axe principal de la parabole; si vous concevez deux cylindres ayant pour bases le cercle et la parabole, et dont les génératrices soient des droites respectivement perpendiculaires aux plans du cercle et de la parabole, la courbe d'intersection des deux cylindres aura tous ses points situés sur la surface d'une sphère, dont le centre seroit l'extrémité de la sousnormale à la parabole, comptée à partir du point de l'axe qui est le centre du cercle donné,

Soit AB (fig. 2) l'axe principal de la parabole, C le centre du cercle cherché, DLE ce cercle, CH et CI l'ordonnée et la sousnormale de la parabole correspondantes à ce point. Il faut prouver que la distance du point I aux différens points de la courbe d'intersection de deux cylindres droits qui auroient pour bases le cercle et la parabole, est constante.

Démonstration. Pour avoir les distances du point I aux différens points de la courbe, il faudroit construire les hypothénuses de triangles qui auroient pour côtés successivement CL et IH, $C'L'$ et IH' etc.... Il suffira donc de prouver que la somme

(1) Ce théorême m'a été proposé par M. Malus, à mon examen, je l'ai résolu alors par l'analyse : en voici une solution géométrique. C.

des quarrés de ces différentes droites est constante, par exemple, que

$$CL^2 + IH^2 = C'L'^2 + IH'^2 \text{ ou ce qui revient au même, que}$$
$$CL^2 - C'L'^2 = I'H'^2 - IH^2$$

Mais la différence des quarrés CL^2, $C'L'^2$ est à cause du triangle rectangle $CL'C'$ égale à CC'^2. Il suffira donc pour prouver le théorême énoncé de faire voir que dans la parabole, la différence des quarrés des droites IH', IH dont la dernière est la normale, est égale au quarré de la différence CC' des abscisses correspondantes AC', AC. Or, à cause des triangles rectangles IHC, $IH'C'$, la différence des quarrés IH'^2, IH^2 est égale à la différence des quarrés des ordonnées $C'H'$, CH, plus à la différence des quarrés des droites IC', IC. Et parce qu'on a $IC' = IC - CC'$, cette dernière différence se réduit à $CC'^2 - 2\,IC \times CC'$. De plus, si l'on observe que IC étant la sousnormale, $2\,IC$ représente le paramètre, et que CC' étant la différence des abscisses des points H' et H, $2\,IC \times CC'$ représente la différence des quarrés des ordonnées correspondantes, on verra que la différence des quarrés IH'^2, IH^2 se réduit, comme on l'avoit avancé, au quarré de CC'.

Théorême.

Si quatre cercles touchent chacun trois côtés d'un quadrilatère plan quelconque, les centres de ces cercles seront toujours sur une même circonférence. (Voyez n°. 6 de la Correspondance, page 193).

Démonstration.

La démonstration se réduit évidemment à faire voir que si dans un quadrilatère quelconque $ABCD$ (fig. 3), on mène par chaque angle une ligne qui le divise en deux parties égales, les quatre lignes de bissection Aa, Bb, Cc, Dd formeront, en se croisant toutes, un quadrilatère inscriptible au cercle, c'est-à-dire, un quadrilatère $abcd$ tel que la somme de deux de ses angles opposés soit égale à deux angles droits..... or cela se prouve comme il suit.

L'angle $a = 2^r - \frac{1}{2}(A + B)$

L'angle $c = 2^r - \frac{1}{2}(C + D)$

Donc $a + c = 4^r - \frac{1}{2}(A + B + C + D)$

mais $A + B + C + D = 4^r$

donc enfin $a + c = 2^r$.... ce qu'il falloit démontrer.

B., élève.

STATIQUE.

Moyens de déterminer rigoureusement certains centres de gravité, par M. Berthot, *ancien élève, professeur de mathématiques au Lycée de Dijon.* (figures numérotées depuis 4 jusqu'à 12.)

Le centre de gravité d'une ligne droite AB (fig. 4), est à son milieu. Car soit O le milieu de cette droite, et plions la partie OA sur la partie OB, de manière que le point A aille en B, il est clair que les deux parties OA et OB se confondant, leurs centres de gravité sont au même point que je suppose être D, et en remettant la partie OA dans sa position primitive, son centre de gravité se trouvera en un point C éloigné de O d'une quantité OD; dès-lors comme on pourra regarder les deux moitiés OA et OB de la droite AB comme deux forces parallèles et égales appliquées aux points C et D, le centre de ces forces parallèles, c'est-à-dire, le centre de gravité de la droite AB est à son milieu O.

D'après cela on détermine aisément le centre de gravité du contour d'un polygone régulier ou irrégulier.

Pour démontrer que le centre de gravité d'une circonférence est à son centre, on peut mener le diamètre AB (fig. 5), et observer que si on suppose la figure pliée le long de ce diamètre, les deux parties de la circonférence se confondront, et par conséquent leurs centres de gravité seront en un même point K; d'où il suit qu'en ramenant la première partie de la circonférence dans sa position naturelle, les centres de gravité des deux demi-circonférences seront en deux points E et K également éloignés de AB, le centre de gravité de la circonférence entière est donc sur le diamètre AB; mais d'ailleurs il est par la même raison sur tout autre diamètre, dès-lors il est au centre.

Le centre de gravité de la surface d'un parallélogramme $ABCD$ (fig 6) est au milieu de la droite EF qui joint les milieux de deux côtés opposés.

Pour le prouver, concevons la figure coupée le long de EF, et la partie $AEFD$ retournée et placée comme en $XNQV$ à côté de $NOPQ$ qui représente $EBCF$, il est certain qu'en pliant la figure $XNOPQV$ le long de NQ, les deux parties $XNQV$ et $NOPQ$ se confondront, et par conséquent leurs centres de gravité seront au même point R, d'où il suit que si on rétablit la figure $XNOPQV$, les centres de gravité des deux parties $XNQV$ et $NOPQ$ seront en deux points R et S situés à égale distance de NQ et sur une même perpendiculaire à cette droite; par conséquent en établissant le parallélogramme $ABCD$, les deux

parties $AEFD$ et $EBCF$ auront leurs centres de gravité aux points M et G tels qu'en abaissant les perpendiculaires ML et GH sur EF, on aura $ML = GH = TR$ et $EL = HF = TQ$; donc en menant MG, le centre de gravité du parallélogramme sera au milieu de cette droite, c'est-à-dire, au point K à cause de l'égalité des triangles MLK et KGH; mais à cause de l'égalité des mêmes triangles, le point K est aussi le milieu de la droite EF.

Le centre de gravité de la surface d'un triangle quelconque ABC (fig. 7) est au tiers de la ligne BD qui joint le sommet B au milieu de la base AC, à partir de cette base.

En effet, soit D le milieu de la base AC, et menons par ce point la droite DF parallèle à AB et la droite ED parallèle à BC, le triangle par là est décomposé en trois parties dont deux AED et DFC font des triangles parfaitement égaux dont chacun est le quart de ABC, et le troisième est un parallélogramme $EBFD$ qui est la moitié de ABC : cela posé, il est facile de prouver que le centre de gravité du triangle ABC ne peut être éloigné de sa base d'une quantité plus grande que le tiers de sa hauteur, d'une quantité égale à $\frac{1}{3}h + m$ par exemple, en nommant h la hauteur du triangle, et m une quantité quelconque : car en supposant que x soit la distance du centre de gravité du triangle AED à la base AD, celle du centre de gravité du triangle DFC à la base DC sera aussi x, d'ailleurs $\frac{h}{2}$ est la distance du centre de gravité du parallélogramme $EBFD$ à la même base AC, donc en prenant celle-ci pour *axe* des momens, et admettant que $\frac{h}{3} + m$ soit la distance de la base AC au centre de gravité du triangle ABC, on aura :

$$ABC\left(\frac{h}{3} + m\right) = AED \times x + DFC \times x + EBFD \times \frac{h}{2}$$

$$\text{ou } ABC\left(\frac{h}{3} + m\right) = \tfrac{1}{3} ABC \times x + \tfrac{1}{4} ABC \times x = \tfrac{1}{2} ABC \times \frac{h}{2}$$

Equation de laquelle on tire :

$$x = \frac{h}{6} + 2m$$

Mais $\frac{h}{6}$ est le tiers de la hauteur du triangle AED, donc on peut conclure que s'il arrivoit que la distance du centre de gravité d'un triangle ABC à sa base fut égale au tiers de sa hauteur plus m, le centre de gravité d'un triangle qui auroit une base et une hauteur deux fois moindres, seroit éloigné de sa base

d'une quantité égale au tiers de sa hauteur plus $2m$; raisonnant ensuite sur ce nouveau triangle comme sur le précédent, on en obtiendroit un autre qui auroit encore une base et une hauteur deux fois plus petites, et dont le centre de gravité seroit éloigné de la base d'une quantité égale au tiers de sa hauteur, plus $4m$, par conséquent en continuant ainsi, il arriveroit nécessairement un triangle dont le centre de gravité seroit éloigné de la base d'une quantité plus grande que sa hauteur, c'est-à-dire, que le centre de gravité de ce triangle seroit au dehors de sa surface, ce qui est absurde. Il est clair qu'on pourroit démontrer de la même manière que le centre de gravité de la surface d'un triangle ne peut être éloigné de la base d'une quantité moindre que le tiers de sa hauteur, dès-lors il est éloigné de la base d'une quantité égale au tiers de la hauteur.

Cela posé, si l'on prend (fig. 8) $AH = \frac{AB}{3}$, en menant HF parallèle à AC, cette droite renfermera aussi le centre de gravité du triangle; de même en prenant $BG = \frac{BG}{3}$, et menant GE parallélement à BC, la droite GE renferme aussi le centre de gravité du triangle; donc ce centre de gravité est au point K; mais GK partant du milieu de HB passe par le milieu de HF; donc en menant BK, cette droite qui passe par le milieu de HF passera par le milieu de AC, et comme $HA = \frac{AB}{3}$, on aura $KD = \frac{BD}{3}$, ce qui démontre la proposition.

Ayant le centre de gravité d'un triangle, il est aisé d'obtenir celui d'un polygone quelconque, et celui de la surface du cercle se détermine par un raisonnement semblable à celui employé pour la circonférence.

On sait qu'il est possible de décomposer deux polyèdres symétriques en un même nombre de pyramides triangulaires égales chacune à chacune et superposables, dès-lors les centres de gravité de ces pyramides partielles égales doivent être situés à égale distance du plan par rapport auquel les polyèdres considérés sont symétriques, d'où il suit que les centres de gravité des deux polyèdres entiers doivent être situés à égale distance du même plan; et par conséquent le centre de gravité du système de ces deux polyèdres doit être sur ce plan.

Cela posé, le centre de gravité d'une pyramide triangulaire quelconque (fig. 9) $ABCD$ ne peut être éloigné de la base BCD d'une quantité plus grande que le quart de sa hauteur, d'une quantité

égale à $\frac{h}{4} + m$ par exemple ; en nommant h la hauteur de la pyramide, et m une quantité quelconque.

En effet, en imaginant par le milieu de l'arête AB un plan parallèle à la base BCD, ce plan détermine la section EGF, menant par le point G un plan parallèle à la face ABD, ce plan donne la section GKH, imaginant alors par la droite FG et la droite GK un troisieme plan qui détermine la section $FGKM$, et traçant les droites EM, EK, FH et MH, on décompose par cette construction la pyramide proposée en cinq parties dont quatre sont les pyramides triangulaires parfaitement égales ou superposables $AEGF$, $EBKM$, $GKCH$ et $FMHD$; la cinquième partie est l'octaèdre $GFEKHM$: chacune des pyramides partielles ayant une base quatre fois plus petite que celle de la pyramide totale et une hauteur deux fois moindre est le huitième de la pyramide totale que je nommerai P, les quatre pyramides valent donc ensemble $\frac{1}{2} P$, dès-lors l'octaèdre égale aussi $\frac{1}{2} P$. Mais l'octaèdre étant évidemment composé de deux pyramides quadrangulaires $HKGFM$ et $EKGFM$ qui, en les plaçant convenablement, sont symétriques par rapport au plan $FGKM$, le centre de gravité de cet octaèdre est sur la figure $FGKM$ qui, d'après la construction, est un parallélogramme ; de même l'octaèdre étant aussi composé des deux pyramides quadrangulaires $FEGHM$ et $KEGHM$ symétriques par rapport au plan $EGHM$, le centre de gravité de ce corps est aussi sur le parallélogramme $EGHM$, enfin il est également sur le parallélogramme $EFHK$ à cause que l'octaèdre peut aussi être regardé comme composé des deux pyramides quadrangulaires $GEFHK$ et $MEFHK$ symétriques par rapport au plan $EFHK$, dès-lois le centre de gravité de l'octaèdre est au point commun aux trois parallélogrammes $EFHK$, $GFMK$ et $EGHM$; par conséquent il est évidemment éloigné de la base BDC d'une quantité égale à la moitié de la distance du plan EGF à cette base, c'est-à-dire, d'une quantité égale à $\frac{h}{4}$; mais les quatre pyramides partielles étant superposables, la distance du centre de gravité de chacune à sa base doit être la même ; dès-lors en nommant x cette distance, et supposant que $\frac{h}{4} + m$ soit la distance du centre de gravité de la pyramide totale au plan BDC, on aura en prenant BDC pour le plan des momens :

$$P\left(\frac{h}{4}+m\right)=AEGF\left(x+\frac{h}{2}\right)\times 3\,EBKM\times x+GEFHKM\times\frac{h}{4}.$$

ou
$$P\left(\frac{h}{4}+m\right)=\frac{P}{8}\left(x+\frac{h}{2}\right)+\frac{3Px}{8}+\frac{Ph}{8}$$

divisant par P et tirant x, on obtient

$$x=\frac{h}{8}+2m$$

Mais $\frac{h}{8}$ est le quart de la hauteur d'une des pyramides partielles, donc s'il arrivoit que le centre de gravité d'une pyramide triangulaire quelconque fût éloigné de la base d'une quantité égale au quart de sa hauteur plus m, la distance à la base du centre de gravité d'une pyramide triangulaire qui auroit une base quatre fois plus petite et une hauteur deux fois moindre seroit égale au quart de sa hauteur plus $2\,m$, dès-lors en regardant cette pyramide comme primitive, on en auroit une autre dont la base seroit encore quatre fois plus petite et la hauteur deux fois moindre, et dont le centre de gravité seroit éloigné de la base d'une quantité égale au quart de la hauteur plus $4m$, et ainsi de suite ; d'où il est facile d'appercevoir que bientôt on auroit une pyramide dont le centre de gravité seroit éloigné de la base d'une quantité plus grande que la hauteur, c'est-à-dire, que ce centre de gravité seroit hors de la pyramide, ce qui est absurde. On prouveroit absolument de la même manière que la distance du centre de gravité d'une pyramide triangulaire quelconque à sa base ne peut être moindre que le quart de sa hauteur, dès-lors le centre de gravité d'une pyramide triangulaire quelconque est éloigné de sa base d'une quantité précisément égale au quart de sa hauteur.

D'après cela il est facile de démontrer que le centre de gravité d'une pyramide triangulaire quelconque $ABCD$ est sur la droite qui joint le sommet au centre de gravité de la base, et au quart de cette droite à partir de la base.

En effet, en prenant (fig. 10) $BM = \frac{BA}{4}$ et en menant par le point M un plan parallèle à BCD, ce plan déterminera la section MON qui, d'après la proposition précédente, doit contenir le centre de gravité de la pyramide, mais en prenant $AE = \frac{AB}{4}$, et en menant par le point E un plan parallèle à la face ACD, ce plan déterminera la nouvelle section EGF sur laquelle devra encore se trouver le centre de gravité de la pyramide, dès-lors ce centre de gravité est sur la droite KH suivant laquelle ces

deux sections se coupent ; mais comme dans le triangle AMO on a $AE=\frac{AM}{3}$, on doit avoir $KO=\frac{MO}{3}$, par conséquent puisque KH doit être parallèle à ON à cause de la construction, cette droite KH est éloignée de ON d'une quantité égale au tiers de la distance de ON au sommet de l'angle opposé dans le triangle MON, mais le centre de gravité de la pyramide triangulaire doit aussi se trouver sur un plan parallèle à la face ABD et éloigné de cette face d'une quantité égale au quart de la distance de l'angle C à cette face, dès-lors on peut conclure que ce centre de gravité est situé sur une autre droite tracée sur la section MON parallèlement à MN, et éloignée de MN d'une quantité égale au tiers de la distance de cette droite à l'angle O, le centre de gravité de la pyramide est donc au point de rencontre de cette droite avec KH, point qui, d'après ce qu'on a vu, ne peut être que le centre de gravité du triangle MON; mais si on joint ce point au sommet A, la droite qu'on obtiendra passera évidemment par le centre de gravité de la base BCP, ce dont on peut facilement se convaincre; et comme il est clair que le centre de gravité de la pyramide est placé au quart de cette droite à partir de la base, la proposition est évidemment démontrée.

Le centre de gravité d'une pyramide quelconque est aussi au quart de la droite qui unit le sommet au centre de gravité de la base à partir de cette base; car en partageant la base de la pyramide donnée en triangles par des diagonales, et en imaginant des plans par ces diagonales et le sommet, on décomposera la pyramide totale en pyramides triangulaires, et en imaginant un plan parallèle à la base et éloigné de celle-ci d'une quantité égale au quart de la hauteur de la pyramide, ce plan déterminera dans les pyramides triangulaires des sections dont les centres de gravité seront, d'après ce qui précède, les centres de gravité des pyramides triangulaires elles-mêmes; mais ces pyramides triangulaires ayant une même hauteur sont entr'elles comme leurs bases, et comme les bases sont entr'elles comme les sections, il est clair que les pyramides sont entr'elles comme les sections, et par conséquent on peut conclure que le centre de gravité du système des pyramides triangulaires, est le même que le centre de gravité du système des triangles de section, c'est-à-dire, est le centre de gravité même du polygone déterminé par le plan sécant dans la pyramide totale; mais en joignant ce centre de gravité au sommet de la pyramide par une ligne droite, cette droite passera nécessairement par le centre de gravité de la base de la pyramide totale, et comme d'ailleurs le centre de gravité de la pyramide totale est évidemment un quart de cette droite à partir de la base, la proposition est démontrée.

Le centre de gravité d'un prisme triangulaire quelconque est au milieu de la ligne qui joint les centres de gravité de ses bases. Pour le démontrer, soit le prisme triangulaire (fig. 11) $ABCDEF$, je mène la droite JH qui joint les centres de gravité de ses bases, et je regarde le milieu L de cette droite comme le sommet de cinq pyramides qui auroient pour bases les cinq faces du prisme: les deux pyramides qui ont pour bases ACB et DEF font chacune le sixième du prisme, puisqu'elles ont chacune même base que lui et une hauteur deux fois moindre; elles valent donc ensemble le tiers de ce prisme, et de plus le centre de gravité de leur système est au point L lui-même, puisque le centre de gravité de la première est au $\frac{3}{4}$ de LJ à partir du point L, d'après ce qu'on vient de prouver, et le centre de gravité de la seconde est aux $\frac{3}{4}$ de LH aussi à partir du point L, ainsi les centres de gravité de ces deux pyramides sont situés sur la droite JH et à égale distance du point L; par conséquent le centre de gravité de leur système est au point L. Chacune des pyramides qui a pour base une des faces latérales du prisme vaut $\frac{2}{9}$ de ce solide; car, par exemple, celle qui a pour base $CBEF$ peut être conçue composée de deux pyramides qui auroient leurs sommets en L, et pour bases les triangles CBF et FBE; celle qui a pour base FBE équivaut à une autre pyramide qui auroit son sommet en H, et pour base le même triangle, pyramide qui peut être considérée comme ayant son sommet en B et pour base le triangle HFE qui est le tiers de DEF, cette pyramide ayant pour hauteur celle du prisme et une base trois fois plus petite vaut $\frac{1}{9}$; celle qui a son sommet en L et pour base CBF équivaut à une autre pyramide qui auroit même base et son sommet en J, pyramide qui peut être considérée comme ayant son sommet en F et pour base JCB qui est le tiers de la base du prisme, cette pyramide vaut donc aussi $\frac{1}{9}$ du prisme; on prouveroit de même que les deux autres pyramides qui ont pour bases $ACFD$ et $ABED$ valent chacune $\frac{2}{9}$ du prisme : cela posé en imaginant par le point L un plan parallèle aux bases, ce plan passera par les centres de gravité des trois pyramides quadrangulaires; si donc on suppose que MNO (fig. 12) soit la section déterminée par ce plan, en menant des droites des sommets des angles aux milieux des côtés opposés, ces droites se couperont en un point Z qui sera le centre de gravité de cette section triangulaire MNO, et ce point Z représentera le point L; les points Q, R et P milieux des

côtés seront les centres de gravité des bases des pyramides quadrangulaires, et les droites ZP, ZQ et ZR allant de ces centres de gravité au sommet commun de ces trois pyramides renferment les centres de gravité de celles-ci ; on voit même qu'en prenant $QV = \frac{QZ}{4}$, $RS = \frac{RZ}{4}$ et $PT = \frac{PZ}{4}$, les points V, S et T seront les centres de gravité de ces trois pyramides quadrangulaires : d'après cela, si on mène RP et ST, ces droites seront parallèles d'après la construction indiquée, et comme $XR = XP$, on aura $SY = YT$, et par conséquent le point Y est le centre de gravité du système des deux pyramides quadrangulaires dont les centres de gravité particuliers sont en S et T; ainsi il existe donc en Y une force double de celle qui est appliquée en V, par conséquent le centre de ces forces, c'est-à-dire, le centre de gravité du prisme considéré sera en Z, c'est-à-dire en L, si on prouve que $YZ = \frac{ZV}{2}$; or

$$YZ = MQ - MX - ZQ - XY \text{ et } ZV = ZQ - VQ$$

et comme on a $MX = \frac{MQ}{2}$, $ZQ = \frac{MQ}{3}$, il suit que :

$$XZ = MQ - MX - ZQ = MQ - \tfrac{1}{2} MQ - \tfrac{1}{3} MQ = \tfrac{1}{6} MQ;$$

mais $XY = \frac{XZ}{4} = \frac{MQ}{24}$, donc $YZ = \frac{MQ}{6} - \frac{MQ}{24} = \frac{MQ}{8}$: d'ailleurs $VQ = \frac{ZQ}{4} = \frac{MQ}{12}$, donc $ZV = \frac{MQ}{3} - \frac{MQ}{12} = \frac{MQ}{4}$

ce qui prouve que $YZ = \frac{ZV}{2}$, et par conséquent le point Z ou le point L est le centre de gravité du prisme triangulaire.

Il est facile de prouver, d'après cela, que le centre de gravité d'un prisme quelconque est au milieu de la droite qui unit les centres de gravité de ses bases, car en décomposant les bases de ce prisme en triangles par des diagonales, et en faisant passer des plans par ces diagonales ; on décompose le prisme total en un certain nombre de prismes triangulaires, et en imaginant un plan situé à égale distance des bases du prisme total, ce plan coupera les prismes triangulaires suivant des triangles dont les

centres de gravité seront, d'après ce qui a été prouvé, les centres de gravité mêmes de ces prismes, de plus, comme tous ces prismes triangulaires ont même hauteur, ils sont entr'eux comme leurs bases ou comme les sections, en sorte que le centre de gravité du système des prismes triangulaires, c'est-à-dire celui du prisme total, n'est autre chose que le centre de gravité du système des triangles, c'est-à-dire, de la section déterminée par le plan sécant dans le prisme total; or il est manifeste que ce point est le milieu de la droite qui unit les centres de gravité des bases du prisme total, par conséquent le principe avancé est démontré.

Le centre de gravité d'une sphère est à son centre ; car en imaginant un plan p r le centre, ce plan coupe la sphère suivant un grand cercle, et divise le corps en deux hémisphères superposables ; si donc on les surperpose, leurs centres de gravité seront évidemment au même point, et par conséquent en les ramenant dans leur position naturelle, ces centres de gravité se trouveront à égale distance du plan sécant, auquel cas le centre de gravité du système, c'est-à-dire de la sphère, sera sur ce plan ; or, on prouveroit de même que ce centre de gravité est encore sur deux autres plans quelconques passant par le centre, dès-lors il est au point commun à ces trois plans, c'est-à-dire au centre.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE.

Sur les surfaces du second degré. Par M. Poisson.

Lemme.

Si entre les quantités a, b, c, a', b', c', a'', b'', c'', R, R', R'', on a les six équations

$$\left.\begin{aligned} a^2 + b^2 + c^2 &= R^2 \\ a'^2 + b'^2 + c'^2 &= R'^2 \\ a''^2 + b''^2 + c''^2 &= R''^2 \end{aligned}\right\}\ldots\ldots(1)$$

$$\left.\begin{aligned} aa' + bb' + cc' &= 0 \\ aa'' + bb'' + cc'' &= 0 \\ a'a'' + b'b'' + c'c'' &= 0 \end{aligned}\right\}\ldots\ldots(2)$$

on aura aussi les six équations

$$\left.\begin{array}{l}\dfrac{a^2}{R^2}+\dfrac{a'^2}{R'^2}+\dfrac{a''^2}{R''^2}=1\\[2mm]\dfrac{b^2}{R^2}+\dfrac{b'^2}{R'^2}+\dfrac{b''^2}{R''^2}=1\\[2mm]\dfrac{c^2}{R^2}+\dfrac{c'^2}{R'^2}+\dfrac{c''^2}{R''^2}=1\end{array}\right\}\ldots\ldots(3)$$

$$\left.\begin{array}{l}\dfrac{ab}{R^2}+\dfrac{a'b'}{R'^2}+\dfrac{a''b''}{R''^2}=0\\[2mm]\dfrac{ac}{R^2}+\dfrac{a'c'}{R'^2}+\dfrac{a''c''}{R''^2}=0\\[2mm]\dfrac{bc}{R^2}+\dfrac{b'c'}{R'^2}+\dfrac{b''c''}{R''^2}=0\end{array}\right\}\ldots\ldots(4)$$

Pour le démontrer, prenons trois indéterminées u, v, s, et faisons

$$au+a'v+a''s=p$$
$$bu+b'v+b''s=q$$
$$cu+c'v+c''s=r$$

élevons au carré les deux membres de chacune de ces équations, et ajoutons ensuite ces carrés; nous aurons, en ayant égard aux équations (1) et (2),

$$R^2u^2+R'^2v^2+R''^2s^2=p^2+q^2+r^2;$$

ajoutons ces mêmes équations, 1°. après avoir multiplié la première par a, la seconde par b, la troisième par c; 2°. après avoir multiplié la première par a', la seconde par b', la troisieme par c'; 3°. après avoir multiplié la première par a'', la seconde par b'', la troisième par c'', il viendra, en vertu des équations (1) et (2),

$$R^2u=pa+qb+rc$$
$$R'^2v=pa'+qb'+rc'$$
$$R''^2s=pa''+qb''+rc''$$

Si on tire de là les valeurs de u^2, v^2, s^2, et qu'on les substi-

tue dans l'équation précédente, on aura

$$p^2\left(\frac{a^2}{R^2}+\frac{a'^2}{R'^2}+\frac{a''^2}{R''^2}\right)+q^2\left(\frac{b}{R^2}+\frac{b'^2}{R'^2}+\frac{b''^2}{R''^2}\right)$$
$$+r^2\left(\frac{c^2}{R^2}+\frac{c'^2}{R'^2}+\frac{c''^2}{R''^2}\right)+2pq\left(\frac{ab}{R^2}+\frac{a'b'}{R'^2}+\frac{a''b''}{R''^2}\right)$$
$$+2pr\left(\frac{ac}{R^2}+\frac{a'c'}{R'^2}+\frac{a''c''}{R''^2}\right)+2qr\left(\frac{bc}{R^2}+\frac{b'c'}{R'^2}+\frac{b''c''}{R''^2}\right)$$
$$=p^2+q^2+r^2.$$

Or, cette équation doit être identique par rapport à p, q, r; il faut donc égaler entre eux les coefficiens des termes semblables; ce qui donne les équations (3) et (4), qu'il falloit trouver.

Théorème Ier.

La surface engendrée par le point d'intersection de trois plans rectangulaires, dont l'un est toujours tangent à une sphère de rayon R, l'autre à une sphère de rayon R', et la troisième à une sphère de rayon R''; ces trois sphères étant concentriques, est une quatrième sphère concentrique aux trois premières, et dont le rayon est $\sqrt{R^2+R'^2+R''^2}$.

On démontre directement cette proposition en observant que le plan tangent à une sphère etant perpendiculaire à l'extrémité de son rayon, il s'ensuit que la distance du point d'intersection des trois plans tangens au centre des sphères, est la diagonale d'un parallélipipède rectangle, dont les côtés adjacens sont les trois rayons R, R', R'', et que par conséquent cette distance est toujours égale à $\sqrt{R^2+R'^2+R''^2}$; mais nous allons faire voir comment cette proposition se déduit du lemme précédent.

Pour cela, soient a, b, c les coordonnées du point de contact mobile sur la sphère du rayon R; a', b', c', celles du point de contact sur la sphère du rayon R'; a'', b'', c'', celles du point de contact sur la sphère du rayon R''; et plaçons l'origine des coordonnées au centre des trois sphères, les équations (1) auront lieu entre ces coordonnées; et comme les équations des plans tangens seront

$$ax+by+cz=R^2,$$
$$a'x+b'y+c'z=R'^2,$$
$$a''x+b''y+c''z=R''^2;$$

les équations (2) auront aussi lieu, puisque ces trois plans

doivent être perpendiculaires entre eux. Les équations (1) et (2) ayant lieu, on pourra leur substituer les équations (3) et (4); or, en vertu de ces équations, si l'on élève au carré les équations des plans tangens, après avoir divisé la première par R, la seconde par R', la troisième par R'', et qu'on ajoute ces carrés, la somme se réduira à

$$x^2+y^2+z^2=R^2+R'^2+R''^2,$$

équation d'une sphère dont le centre est à l'origine des coordonnées et dont le rayon est égal à $\sqrt{R^2+R'^2+R''^2}$.. C. Q. F. D.

Théorème IIe. (1).

La surface engendrée par le point d'intersection de trois plans rectangulaires, perpétuellement tangens à un même ellipsoïde, ou à un même hyperboloïde, est une sphère concentrique a cet ellipsoïde ou à cet hyperboloïde, et dont le rayon est égal à la racine carrée de la somme des carrés des trois demi-axes.

Soit $Ax^2+By^2+Cz^2=1$, l'équation de la surface du second degré; soient aussi x', y', z'; x'', y'', z''; x''', y''', z''', les coordonnées des trois points de contact, en sorte qu'on ait

$$\left.\begin{aligned}Ax'^2+By'^2+Cz'^2&=1\\Ax''^2+By''^2+Cz''^2&=1\\Ax'''^2+By'''^2+Cz'''^2&=1\end{aligned}\right\}\ldots\ldots(5)$$

les équations des trois plans tangens seront

$$\begin{aligned}Axx'+Byy'+Czz'&=1\\Axx''+Byy''+Czz''&=1\\Axx'''+Byy'''+Czz'''&=1\end{aligned}$$

et comme ces plans doivent etre rectangulaires, on aura

$$\left.\begin{aligned}A^2x'x''+B^2y'y''+C^2z'z''&=0\\A^2x'x'''+B^2y'y'''+C^2z'z'''&=0\\A^2x''x'''+B^2y''y'''+C^2z''z'''&=0\end{aligned}\right\}\ldots\ldots(6)$$

(1) Ce théorême est de M. Monge; il est énoncé page 30 de cette Correspondance. H.

Si maintenant on fait $Ax'=a$, $Ax''=a'$, $Ax'''=a''$; $By'=b$, $By''=b'$, $By'''=b''$; $Cz'=c$, $Cz''=c'$, $Cz'''=c''$, les équations (6) se changeront dans les équations (2), et les équations (5) deviendront

$$\left.\begin{aligned}\frac{a^2}{A}+\frac{b^2}{B}+\frac{c^2}{C}&=1\\\frac{a'^2}{A}+\frac{b'^2}{B}+\frac{c'^2}{C}&=1\\\frac{a''^2}{A}+\frac{b''^2}{B}+\frac{c''^2}{C}&=1\end{aligned}\right\}\ldots\ldots(7)$$

D'ailleurs, en représentant par R^2, R'^2, R''^2 les sommes $a^2,+b^2+c^2$, $a'^2+b'^2+c'^2$, $a''+b''^2+c''^2$, on aura les équations (1), et les équations (1) et (2) ayant lieu entre les quantités a, b, c, etc., les équations (3) et (4) auront aussi lieu. Or au moyen de ces dernières équations et des équations (7), il est aisé d'éliminer, entre les équations des plans tangens, les coordonnées des points de contact, et de parvenir à une équation unique en x, y, z, qui sera celle de la surface cherchée.

En effet, élevons au carré les équations des plans tangens, après avoir divisé la première par R, la seconde par R', la troisième par R'', et ajoutons ensuite ces carrés, nous aurons, à cause des équations (3) et (4),

$$x^2+y^2+z^2=\frac{1}{R^2}+\frac{1}{R'^2}+\frac{1}{R''^2};$$

ajoutons de même les équations (7), après avoir divisé la première par R^2, la seconde par R'^2, la troisième par R''^2, nous aurons, à cause des équations (3) et (4),

$$\frac{1}{A}+\frac{1}{B}+\frac{1}{C}=\frac{1}{R^2}+\frac{1}{R'^2}+\frac{1}{R''^2};$$

donc

$$x^2+y^2+z^2=\frac{1}{A}+\frac{1}{B}+\frac{1}{C};$$

équation qui renferme le théorème qu'on vouloit démontrer.

On peut observer que, dans le cas de l'hyperboloïde, une au moins des trois quantités A, B, C, sera négative; il pourra donc arriver que $\frac{1}{A}+\frac{1}{B}+\frac{1}{C}$ soit aussi négative, et alors il faudra conclure qu'il n'existe aucun point dans l'espace,

par lequel on puisse mener trois plans qui soient en même tems rectangulaires et tangens à l'hyperboloïde proposé. Si l'on avoit $\frac{1}{A}+\frac{1}{B}+\frac{1}{C}=0$, il n'y auroit qu'un seul point, savoir le centre, par lequel on pût mener ces trois plans tangens.

De même, dans l'hyperbole, si l'angle des asimptotes est plus petit qu'un droit, il est impossible de mener deux tangentes à l'hyperbole, qui se coupent à angle droit. Au contraire, quand l'angle des asimptotes est obtus, il existe une infinité de systêmes de tangentes rectangulaires, dont les sommets sont rangés sur une circonférence qui a pour centre celui de l'hyperbole. Enfin, dans l'hyperbole équilatère, les asymptotes sont les seules tangentes rectangulaires qu'on puisse mener.

GÉOMÉTRIE.

De l'Hyperboloïde de révolution, engendrée par la ligne droite.

Par M. Hachette.

De deux droites situées d'une manière quelconque l'une par rapport à l'autre, la première étant fixe et la seconde mobile, la surface engendrée par la droite mobile, qui tourne autour de la droite fixe, comme axe de rotation, est un *hyperboloïde* de révolution.

Cette surface est formée de deux nappes égales et symétriques, réunies par un cercle qui a pour rayon la plus courte distance de la droite fixe et de la droite mobile. Nous allons démontrer qu'un plan quelconque, passant par la droite fixe, coupe la droite mobile en différens points dont le lieu est une hyperbole; comptant les abscisses sur l'intersection d'un plan quelconque passant par la droite fixe, et du plan qui contient le plus petit cercle de la surface, chaque abscisse sera l'hypoténuse d'un triangle rectangle qui a pour côté adjacent à l'angle droit le rayon du plus petit cercle de la surface, et pour second côté, la projection de la droite mobile sur le plan de ce petit cercle; or, l'inclinaison de la droite mobile, par rapport à ce plan, est constante; donc, si on nomme D la plus courte distance des deux droites données, x l'abscisse et z l'ordonnée qui y correspond, on aura

$$\frac{z}{\sqrt{x^2-D^2}}=\textit{constante}=m$$

d'où l'on tire $z^2=m^2x^2-m^2D^2$; équation de l'hyperbole située

dans un plan quelconque passant par la droite fixe; donc la surface engendrée par la droite mobile est un *hyperboloïde* de révolution.

De la génération de l'Hyperboloïde de révolution.

L'hyperboloïde de révolution peut être engendré par une droite de deux manières différentes, en sorte qu'il n'y a aucun point de cette surface pour lequel on ne puisse mener deux lignes droites tout entières sur la surface.

Démonstration. La droite fixe et la droite mobile étant données, qu'on imagine la perpendiculaire à ces deux droites, et par le pied de la perpendiculaire sur la droite mobile, une parallèle à la droite fixe; cette parallèle A et la droite mobile B se rencontrent en un point par lequel si on mène une troisième droite C faisant avec la parallèle A le même angle que la droite B (ces trois droites A, B, C étant sur le même plan), les surfaces engendrées par les droites B et C tournant autour de la droite fixe se confondront en une seule et même surface; car elles sont formées des mêmes cercles: donc il n'y a aucun point de la surface, par lequel on ne puisse trouver la génératrice correspondant aux deux systêmes de génération; et pour la déterminer, on concevra la surface cylindrique qui a pour base le plus petit cercle de la surface, et pour arêtes, des droites perpendiculaires au plan de ce petit cercle; on menera par le point donné sur la surface, un plan tangent au cylindre, et les deux droites de ce plan menées par le point donné, de telle manière qu'elles fassent, avec le plan du petit cercle, des angles égaux à ceux que la génératrice fait avec ce même plan, seront les deux positions de la génératrice, correspondantes aux deux systêmes de génération.

Des sections de l'Hyperboloïde de révolution par un plan.

La section d'un hyperboloïde de révolution par un plan, est une des trois sections coniques: ellipse, parabole et hyperbole. En effet, si par un point quelconque de l'axe de l'hyperboloïde, on mène une droite parallèle à la génératrice, en la faisant tourner autour de cet axe, elle engendrera un cône droit; or, quelle que soit la section du cône ainsi engendré par un plan, un plan parallèle donnera une section de même espèce dans l'hyperboloïde, car il n'y a aucune position de la génératrice de l'hyperboloïde qui n'ait sa parallèle dans le cône droit: donc, si un plan coupe toutes les arêtes du cône, il coupe aussi toutes les génératrices de l'hyperboloïde, et par conséquent la courbe sera fermée sur l'une et l'autre surface. Si le plan qui coupe le cône

est parallèle à une de ses arêtes, il sera aussi parallèle à la génératrice de l'hyperboloïde dans une de ses positions : donc la courbe d'intersection aura, sur les deux surfaces, des branches infinies. Lorsqu'un plan touchera le cône droit, un plan qui lui sera parallèle coupera l'hyperboloïde selon une parabole ; car on verra dans l'article suivant que cette courbe, quoique infinie, n'a pas d'asymptote, ce qui la distingue de l'hyperbole.

De la tangente et des asymptotes aux sections planes de l'Hyperboloïde de révolution.

La tangente en un point quelconque de la section plane de l'hyperboloïde se trouvant à-la-fois et sur le plan coupant et sur le plan tangent (1), sa position sera déterminée, si on connoît celle du plan tangent; or, on détermine ce dernier plan, en observant qu'il n'y a aucun point de l'hyperboloïde par lequel on ne puisse tracer deux lignes droites sur sa surface, et que ces deux droites sont nécessairement dans le plan tangent; que d'ailleurs ce plan est perpendiculaire au plan méridien mené par le point de contact; d'où il suit 1°. que tout plan mené par la génératrice considérée dans une position quelconque, touche la surface en différens points qui se trouvent successivement aux points de rencontre de cette génératrice avec les plans méridiens; 2°. que le plan mené par cette même génératrice perpendiculairement au plan méridien qui lui est parallèle, touche aussi la surface; mais le point de contact est une distance infinie de l'axe de révolution.

Si le plan coupe l'hyperboloïde suivant une courbe dont les branches sont infinies, on menera par le sommet du cône droit dont on a parlé dans l'article précédent, un plan parallèle au plan coupant, on déterminera les lignes droites et les méridiens de l'hyperboloïde parallèles à ces arêtes, et par chacune de ces droites qui est la génératrice considérée dans une position déterminée, on menera un plan perpendiculaire au plan du méridien parallèle à une même génératrice ; ce plan et celui qui coupe l'hyperboloïde se rencontreront suivant une droite qui sera l'asymptote de la courbe à branches infinies : si ces deux plans étoient parallèles, il n'y auroit pas d'asymptote ; ce qui a lieu pour le cas de la parabole dont il a été parlé dans l'article précédent.

---

(1) Cette dénomination de *plan tangent* ne convient que pour un seul point de la surface ; pour tout autre point, il est sécant. La même chose a lieu pour toutes les surfaces engendrées par une droite mobile, et qui ne sont pas développables.

Extrait d'une lettre de M. Poinsot, *ancien élève, Professeur au Lycée Bonaparte, du 6 janvier 1807.*

« Si l'on développe un arc de cercle quelconque $IO = s$, (fig. A.) ensuite le développement $IO' = s'$ qui en résulte, ensuite le développement $IO'' = s''$, et ainsi à l'infini, mais en développant toujours ces arcs, à partir du même point I où ils se coupent tous successivement à angle droit, on aura, en faisant le rayon du cercle égal à l'unité,

$$s' = \frac{s^2}{2}, \quad s'' = \frac{s^3}{2.3}, \quad s''' = \frac{s^4}{2.3.4}, \quad \text{etc.}$$

et partant,

$$1 + s + s' + s'' + s''' + \text{etc.} = e^s,$$

e désignant la base des logarithmes de Néper.

On aura donc aussi

$$s - s'' - s^{\text{IV}} + s^{\text{VI}} + \text{etc.} = \sin. s$$
$$1 - s' + s''' - s^{\text{V}} + \text{etc.} = \cos. s;$$

et cela est général, quelle que soit la longueur de l'arc primitif développé. La démonstration est très-facile, en observant que l'élément ds' est à l'élément correspondant ds, comme s est au rayon 1., et de même $ds'' : ds :: s' : 1$, etc. ; d'où, en intégrant par rapport à la variable s, considérée comme uniforme, on tire

$$s' = \frac{s^2}{2}, \quad s'' = \frac{s^3}{2.3}, \quad \text{etc.},$$

les constantes étant nulles, puisque les arcs sont nuls en même tems que l'arc s.

On voit que la suite des lignes $1 + s + s' + s'' +$ etc. répond au nombre e, quand on fait l'arc égal au rayon ; qu'un arc s égal au diamètre 2, donne un développement

$$s' = \frac{s^2}{2} = \frac{4}{2} = 2,$$

égal à l'arc développé.

Et si l'on veut trouver quel est l'arc qui est égal au dernier développement, ou qui donne un arc quelconque de la suite égal à un autre, il n'y aura qu'à égaler l'expression de ces arcs, et l'on aura la valeur de s par une simple extraction de racine d'un degré marqué par l'intervalle de ces arcs, etc. »

A cette lettre est joint l'énoncé du problème suivant :

« Etant données deux droites qu'on ne peut pas prolonger, et un point dedans ou hors l'angle qu'elles comprennent, mener par ce point une troisième droite vers leur point de concours, en ne faisant usage que de la règle. »

PHYSIQUE.

Sur l'Action capillaire. Par M. LAPLACE (1).

En considérant sous un nouveau point de vue la théorie de l'action capillaire, je suis parvenu non-seulement à la simplifier, mais encore à généraliser les résultats auxquels j'avois été précédemment conduit par l'analyse. Je n'avois déterminé l'élévation ou la dépression des fluides, que dans les espaces capillaires de révolution et entre des plans; je vais la déterminer ici, quels que soient ces espaces et la nature des parois qui les renferment, en supposant même dans ces espaces un nombre quelconque de fluides placés les uns au-dessus des autres, et j'en conclurai l'accroissement et la diminution de poids, que les corps plongés dans les fluides éprouvent par l'action capillaire. La combinaison de ces résultats avec ceux que j'ai trouvés par l'analyse, m'a donné l'expression exacte des affinités des différens corps avec les fluides, au moyen des expériences faites sur la résistance que les disques des diverses substances, appliqués à la surface des fluides, opposent à leur séparation. J'ose croire que cela pourra répandre un grand jour sur la théorie des affinités; car ce que j'avance est fondé sur des raisonnemens géométriques, et non sur des considérations vagues et précaires qu'il faut bannir sévèrement de la philosophie naturelle, à moins qu'on ne les présente, ainsi que Newton l'a fait dans son Optique, comme de simples conjectures propres à guider dans des recherches ultérieures, mais qui laissent presqu'en entier le mérite de la découverte, à celui qui les établit solidement par l'observation ou par l'analyse. Je me propose de publier incessamment, dans un supplément à ma Théorie de l'action capillaire, les démonstrations analytiques des théorèmes que je n'ai fait qu'énoncer. J'exposerai en même tems un nouveau moyen de parvenir aux équations fondamentales de cette théorie. Je déduirai de ces équations les théorèmes généraux que je vais

(1) M. le professeur de physique de l'Ecole Polytechnique, fait dans son cours toutes les expériences sur l'action capillaire, qu'il est indispensable de connoître pour entendre la théorie exposée par M. Laplace, et montre l'accord de cette théorie avec tous les faits qui ont été observés jusqu'à présent.

présenter ici, en les démontrant par la considération directe de toutes les forces qui concourent à la production des effets capillaires. Ces démonstrations réunissent à l'avantage d'une extrême simplicité, celui d'éclairer la cause et le mécanisme de ces effets. On verra que les forces dont ils dépendent, ne s'arrêtent point à la superficie des fluides, mais qu'elles s'étendent dans tout leur intérieur et jusqu'aux extrémités des corps qui y sont plongés; ce qui établit l'entière identité de ces forces avec les affinités.

« Si l'on conçoit un tube quelconque prismatique droit, vertical et « plongeant par son extrémité inférieure, dans un fluide indé- « fini; le volume du fluide intérieur, élevé au-dessus du niveau « de l'action capillaire, est égal au contour de la base intérieure « du prisme, multiplié par une constante qui est la même pour « tous les tubes prismatiques de la même matière, plongeant dans « le même fluide. »

Pour démontrer ce théorème, imaginons à l'extrémité inférieure du tube, un second tube dont les parois infiniment minces soient le prolongement de la surface intérieure du premier tube, et qui, n'ayant aucune action sur le fluide, n'empêchent point l'attraction réciproque des molécules du premier tube et du fluide. Supposons que ce second tube soit d'abord vertical, qu'ensuite il se recourbe horisontalement, et qu'enfin il reprenne sa direction verticale, en conservant dans toute son étendue la même figure et la même largeur, il est visible que, dans l'état d'équilibre du fluide, la pression doit être la même dans les deux branches verticales du canal composé du premier et du second tube. Mais comme il y a plus de fluide dans la première branche verticale formée du premier tube et d'une partie du second, que dans l'autre branche verticale; il faut que l'excès de pression qui en résulte, soit détruit par les attractions du prisme et du fluide sur le fluide contenu dans cette première branche. Analysons avec soin ces attractions diverses, et considérons d'abord celles qui ont lieu vers la partie inférieure du premier tube.

Concevons pour cela que la base de ce tube soit horisontale; le fluide contenu dans le second tube sera attiré verticalement vers le bas, 1°. par lui-même; 2°. par le fluide environnant ce second tube. Mais ces deux attractions sont détruites par les attractions semblables qu'éprouve le fluide contenu dans la seconde branche verticale du canal, près de la surface de niveau du fluide : on peut donc en faire abstraction ici. Le fluide de la première branche verticale du second tube sera encore attiré verticalement en haut par le fluide du premier tube; Mais cette attraction sera détruite par l'attraction qu'il exerce sur ce dernier fluide; on peut donc encore ici faire abstraction de ces deux attractions réciproques. Enfin,

le fluide du second tube sera attiré verticalement en haut par le premier tube, et il en résultera dans ce fluide une force verticale que nous désignerons par Q, et qui contribuera à détruire l'excès de pression dû à l'élévation du fluide dans le premier tube.

Examinons présentement les forces dont le fluide du premier tube est animé. Il éprouve, dans sa partie inférieure, les attractions suivantes: 1°. Il est attiré par lui-même; mais les attractions réciproques des molécules d'un corps ne lui impriment aucun mouvement, s'il est solide, et l'on peut, sans troubler l'équilibre, concevoir le fluide du premier tube, consolidé. 2°. Ce fluide est attiré par le fluide intérieur du second tube; mais on vient de voir que les attractions réciproques de ces deux fluides se détruisent, et qu'il n'en faut point tenir compte. 3°. Il est attiré par le fluide extérieur qui environne le second tube; et de cette attraction, il résulte une force verticale dirigée par le bas, et que nous désignerons par $-Q'$. Nous lui donnons le signe $-$ pour indiquer que sa direction est contraire à celle de la force Q. Nous observerons ici que si les loix d'attractions relatives à la distance sont les mêmes pour les molécules du premier tube et pour celles du fluide, en sorte qu'elles ne diffèrent que par leur intensité, en nommant ρ et ρ' ces intensités à volume égal, les forces Q et Q' sont proportionnelles à ρ et à ρ'; car la surface intérieure du fluide qui environne le second tube, est la même que la surface intérieure du premier tube : les deux masses ne diffèrent donc que par leur épaisseur. Mais l'attraction des masses devenant insensible à des distances sensibles, la différence de leurs épaisseurs n'en produit aucune dans leurs attractions, pourvu que ces épaisseurs soient sensibles. 4°. Enfin, le fluide du premier tube est attiré verticalement par ce tube. En effet, concevons ce fluide partagé dans une infinité de petites colonnes verticales; si par l'extrémité supérieure d'une de ces colonnes, on mène un plan horisontal, la partie du tube inférieure à ce plan, ne produira aucune force verticale dans la colonne. Il n'y aura donc de force verticale produite, que celle qui sera due à la partie du tube supérieure au plan, et il est visible que l'attraction verticale de cette partie du tube sur la colonne, sera la même que celle du tube entier sur une colonne égale et semblablement placée dans le second tube. La force verticale entière produite par l'attraction du premier tube sur le fluide qu'il renferme, sera donc égale à celle que produit l'attraction de ce tube sur le fluide renfermé dans le second tube: cette force sera donc égale à Q.

En réunissant toutes les attractions verticales qu'éprouve le fluide renfermé dans la première branche verticale du canal, on aura une force verticale dirigée de bas en haut, et égale à $2Q-Q'$.

Cette force doit balancer l'excès de pression dû au poids du fluide élevé au-dessus du niveau. Soit V son volume, D sa densité et g la pesanteur; $gD.V$ sera son poids : on aura donc

$$gD.V = 2Q - Q'.$$

Maintenant, l'attraction n'étant sensible qu'à des distances imperceptibles, le premier tube n'agit sensiblement que sur des colonnes extrêmement voisines de ses parois; on peut donc faire abstraction de la courbure de ces parois, et les considérer comme étant développées sur une surface plane. La force Q sera proportionnelle à la largeur de cette surface, ou ce qui revient au même, au contour de la base de la surface intérieure du parallélipipède. Ainsi, en nommant c ce contour, on aura $Q = \rho.c$, ρ étant une constante proportionnelle à l'intensité de l'attraction de la matière du premier tube sur le fluide. On aura pareillement $Q' = \rho'.c$, ρ étant proportionnel à l'intensité de l'attraction du fluide sur lui-même; donc

$$V = \frac{(2\rho - \rho').c}{gD};$$

ce qui est l'expression algébrique du théorème qu'il s'agissoit de démontrer.

On déterminera la constante $\frac{2\rho - \rho'}{g.D}$, au moyen de l'élévation observée du fluide dans un tube cylindrique très-étroit. Soit q la hauteur à laquelle le fluide s'élève dans ce tube, et l le rayon du creux du tube; en nommant π la demi-circonférence dont le rayon est l'unité, on aura, à très-peu près, $V = \pi.l^2q$, $c = 2l\pi$; l'équation précédente donnera donc $\frac{2\rho - \rho'}{g.D} = \frac{lq}{2}$, et par conséquent on aura

$$V = \frac{lq}{2}.c.$$

Si ρ' surpasse 2ρ, q sera négatif, et par conséquent l'élévation du fluide se changeant en dépression, V sera négatif.

Nommons h la hauteur moyenne de toutes les colonnes fluides qui composent le volume V, et b la base intérieure du parallélipipède; on aura $V = hb$, et par conséquent

$$h = \frac{lq.c}{2b}.$$

Lorsque les bases des différens parallélipipèdes sont des figures

semblables, elles sont proportionnelles aux carrés de leurs lignes homologues, et leurs contours sont proportionnels à ces lignes; les hauteurs h sont donc alors réciproques à ces mêmes lignes.

Si les bases sont des polygones réguliers, elles seront égales au produit de leurs contours, par la moitié des rayons des cercles inscrits; les hauteurs h seront donc réciproques à ces rayons. En désignant par r ces rayons, on aura

$$h = \frac{lq}{r}.$$

Ainsi, en supposant deux bases égales, dont l'une soit un carré, et dont l'autre soit un triangle équilatéral, les valeurs de h seront entre elles comme $2 : 3^{\frac{3}{4}}$, ou, à fort peu près, comme $7 : 8$.

M. Gellert a fait quelques expériences sur l'élévation de l'eau dans des tubes de verre prismatiques, rectangulaires et triangulaires (1). Elles confirment la loi suivant laquelle les hauteurs sont réciproques aux lignes homologues des bases semblables. Ce savant conclut encore de ses expériences, que dans des prismes rectangulaires et triangulaires dont les bases sont égales, les élévations du fluide sont les mêmes; mais il convient que cela n'est pas aussi certain que la loi des hauteurs réciproques aux lignes homologues des bases semblables. En effet, on vient de voir qu'il y a un huitième de différence entre les élévations du fluide dans deux prismes rectangulaires et triangulaires dont les bases sont égales, et dont l'une est un carré, et l'autre un triangle équilatéral. Les expériences rapportées par M. Gellert, n'offrent point de données suffisantes pour en comparer exactement les résultats à la théorie précédente.

Si la base du parallélipipède est un rectangle dont le grand côté soit égal à a, et dont l'autre côté, supposé très-petit, soit égal à l, on aura $b = al$, et $c = 2a + 2l$; donc

$$H = \frac{lq.(2a+2l)}{2al} = q\left(1 + \frac{l}{a}\right):$$

En négligeant $\frac{l}{a}$, eu égard à l'unité, on aura $h = q$, conformément à l'expérience.

« Si le vase indéfini, dans lequel le parallélipipède est plongé, « renferme un nombre quelconque de fluides placés horisontalement les uns au-dessus des autres; l'excès du poids des fluides « contenus dans le tube sur le poids des fluides qu'il eût renfer- « més sans l'action capillaire, est le même que le poids du fluide « qui s'éleveroit au-dessus du niveau, dans le cas où il n'y au- « roit dans le vase, que le fluide dans lequel plonge l'extrémité « inférieure du parallélipipède. »

(1) Mémoires de l'Académie de Pétersbourg, tome XII.

En effet, l'action du prisme et de ce fluide sur le même fluide renfermé dans le tube, est évidemment la même que dans ce dernier cas. Les autres fluides contenus dans le prisme étant élevés sensiblement au-dessus de sa base inférieure, le prisme n'a aucune action sur chacun d'eux pour les élever ou pour les abaisser. Quant à l'action réciproque de ces fluides les uns sur les autres, elle se détruiroit évidemment s'ils formoient ensemble une masse solide, ce que l'on peut supposer sans troubler l'équilibre.

« Si le vase ne renferme que deux fluides dans lesquels le prisme « soit entièrement plongé, de manière qu'il plonge dans l'un par « sa partie supérieure, et dans l'autre par sa partie inférieure; le « poids du fluide inférieur élevé dans le prisme par l'action ca- « pillaire, au-dessus de son niveau dans le vase, sera égal au « poids d'un pareil volume du fluide supérieur, plus au poids du « fluide inférieur qui s'éleveroit dans le prisme au-dessus du ni- « veau, s'il n'y avoit que ce fluide dans le vase, moins au poids « du fluide supérieur qui s'éleveroit dans le même prisme, au-des- « sus du niveau, si ce fluide existoit seul dans le vase. »

Pour le démontrer, on observera que l'action du prisme sur la partie du fluide inférieur qu'il contient, est la même que si ce fluide existoit seul dans le vase; ce fluide est donc, dans ces deux cas, sollicité verticalement du bas en haut de la même manière, soit par l'attraction du prisme, soit par l'attraction du fluide qui environne la partie inférieure du prisme; et la réunion de ces attractions équivaut au poids du volume de ce fluide, qui s'éleveroit dans le prisme au-dessus du niveau, s'il existoit seul dans le vase. Pareillement, le fluide supérieur contenu dans la partie supérieure du prisme, est sollicité verticalement du haut en bas par l'action du prisme et du fluide qui environne cette partie, comme il seroit sollicité du bas en haut par les mêmes actions, si le vase ne renfermoit que le fluide supérieur; et la réunion de ces actions équivaut au poids du fluide supérieur qui s'éleveroit alors dans le prisme au-dessus de son niveau dans le vase. Enfin, la colonne des fluides intérieurs au prisme, qui est au-dessus du niveau du fluide inférieur dans le vase, est sollicitée verticalement du haut en bas par son propre poids, et du bas en haut par le poids d'une colonne semblable du fluide supérieur. En réunissant toutes ces forces qui doivent se faire équilibre, on aura le théorème

que nous venons d'énoncer. On déterminera, par les mêmes principes, ce qui doit avoir lieu lorsqu'un prisme creux est entièrement plongé dans un vase rempli d'un nombre quelconque de fluides.

Nous avons supposé, dans ce qui précède, la base inférieure du prisme, horisontale; mais si elle étoit inclinée à l'horison, l'action verticale du prisme sur le fluide seroit toujours la même; car un plan d'une épaisseur sensible, qui plonge dans un fluide par sa partie inférieure dont la surface est terminée par une ligne droite inclinée à l'horison, attire ce fluide parallélement à sa surface, et perpendiculairement à la droite qui la termine, proportionnellement à la longueur de cette ligne; mais cette attraction décomposée verticalement, est proportionnelle à la largeur horisontale du plan. De là il est facile de conclure généralement que, quelle que soit la forme de la base inférieure du prisme, son attraction verticale et celle du fluide extérieur sur le fluide qu'il renferme, sont les mêmes que si la base étoit horisontale. Ainsi le premier théorème aura généralement lieu, si l'on entend par le contour de la base intérieure, celui de la section intérieure perpendiculaire aux côtés du prisme.

« Si le prisme qui, par sa partie inférieure, plonge dans le « fluide d'un vase indéfini, est oblique à l'horison, le volume « de fluide élevé dans le prisme au-dessous du niveau du fluide « du vase, multiplié par le sinus de l'inclinaison des côtés du « prisme à l'horison, est constamment le même, quelle que soit « cette inclinaison. »

En effet, ce produit exprime le poids du volume de fluide élevé au-dessus du niveau, et décomposé parallélement aux côtés du prisme : ce poids, ainsi décomposé, doit balancer l'attraction du prisme et du fluide extérieur sur le fluide qu'il renferme; attraction qui est évidemment la même, quelle que soit l'inclinaison du prisme : la hauteur verticale moyenne du fluide au-dessus du niveau est donc constamment la même.

« Si l'on place verticalement un parallélipipède dans un autre « parallélipipède vertical de la même matière, et que l'on plonge « dans un fluide leurs extrémités inférieures; en nommant V le « volume du fluide élevé au-dessus du niveau, dans l'espace com- « pris entre ces deux parallélipipèdes, on aura

$$« V = \frac{(2\rho - \rho')}{g.D}.(c + c') = \frac{lq^2}{2}.(c + c'),$$

« c étant le contour de la base intérieure du plus grand paralé- « lipipède, et c' étant le contour de la base extérieure du plus petit. »

Ce théorème se démontre de la même manière que le premier. Si les bases des deux parallélipipèdes sont des polygones semblables, dont les côtés homologues soient parallèles et placés à la même distance; en nommant l cette distance, la base de l'espace que les deux parallélipipèdes laissent entre eux, sera $\frac{l.(c+c')}{2}$; ainsi h étant la hauteur moyenne du fluide soulevé, on aura

$$V = hl.\frac{(c+c')}{2};$$

et par conséquent $h = q$. On peut déterminer encore par les principes précédens, ce qui doit avoir lieu dans le cas où les prismes sont plongés, en tout ou en partie, dans un vase rempli d'un nombre quelconque de fluides, et dans le cas où ces prismes sont inclinés à l'horison.

« Les mêmes choses étant posées comme dans le théorême pré- « cédent, si les deux parallélipipèdes sont de différentes matières, « en nommant ρ pour le plus grand, et ρ_1 pour le plus petit, ce « que nous avons précédemment désigné par ρ, on aura

$$« V = \frac{(2\rho - \rho')}{gD}.c + \frac{(2\rho_1 - \rho')}{gD}.$$

« ensorte que si l'on nomme q et q_1, les élévations du fluide, dans « deux tubes cylindriques très-étroits du même rayon intérieur l, « formés respectivement de ces matières, on aura

$$V = \tfrac{1}{2}\, l.(qc + q_1c');$$

Ce théorême se démontre encore de la même manière que le premier théorême. On voit facilement que l'on obtiendra, par les mêmes principes, le volume de fluide élevé au-dessus du niveau, dans un espace renfermé par un nombre quelconque de plans verticaux de différentes matières.

Il résulte du théorême précédent, que le volume V du fluide élevé, par l'action capillaire, à l'extérieur d'un prisme plongeant dans un fluide par son extrémité inférieure, est,

$$V = \frac{2\rho - \rho'}{gD}.\ c = \tfrac{1}{2}\, lq.c,$$

c étant le contour extérieur du prisme. L'augmentation du poids du prisme, due à l'action capillaire, est égale au poids de ce volume de fluide. Elle se change en diminution, si q est négatif, et alors le prisme est soulevé par l'action capillaire. Si ce prisme a pour base

un rectangle très-étroit dont a soit le grand côté, et l le petit, en nommant i sa hauteur, sa solidité sera ail, et son contour c sera $2a + 2l$; le volume V de fluide déprimé par l'action capillaire, sera $aql.\left(1 + \frac{a}{l}\right)$. En nommant donc k le rapport de la pesanteur spécifique du prisme à celle du fluide, le poids du prisme sera au poids du volume de fluide déprimé comme ik: $q.\left(1 + \frac{l}{a}\right)$; en diminuant donc i convenablement, on pourra rendre ces deux poids égaux, et maintenir ainsi le prisme à la surface du fluide. On pourra déterminer encore, par les principes précédens, la diminution du poids d'un corps entièrement plongé dans un vase rempli de plusieurs fluides.

Si l'on plonge verticalement le bout d'un tube très-étroit dans un fluide, en nommant l le rayon du creux du tube, et q la hauteur à laquelle le fluide y est élevé au-dessus du niveau, on aura, par ma théorie de l'action capillaire,

$$lq = \frac{\cos.\, \varpi}{\alpha D},$$

ϖ étant l'angle que la surface du fluide intérieur forme avec la partie de la surface intérieure du tube, qui est en contact avec le fluide. Lorsque le fluide est déprimé au-dessous du niveau, cet angle surpasse un angle droit, et alors son cosinus devient négatif ainsi que q; α est une constante qui ne dépend que de la pesanteur et de l'action du fluide sur lui-même. On a, par ce qui précède,

$$\frac{2\rho - \rho'}{gD} = \frac{lq}{2};$$

on aura donc

$$\cos.\, \varpi = \frac{2\alpha.(2\rho - \rho')}{gD}; \quad (1)$$

Mais on a vu dans la théorie citée que ρ étant nul, ϖ est égal à deux angles droits; ce que l'on peut conclure encore de l'analyse que j'exposerai dans un supplément à cette théorie, sur la résistance qu'un disque circulaire fort-large, appliqué à la surface d'un fluide, oppose à sa séparation de ce fluide. Il résulte de cette analyse que i étant le rayon du disque supposé de la même matière que le tube précédent, cette résistance est égale à

$$\frac{gD.\, \pi.\, i^2.\, \sqrt{2}.\, \cos.\, \frac{1}{2}\varpi}{\sqrt{\alpha}}$$

or il est clair qu'elle doit être nulle, lorsque ρ est nul, ou lorsque le disque n'a aucune action sur le fluide; on a donc alors $\cos.\, \frac{1}{2}\varpi$, nul, ce qui donne $\varpi = \pi$, et par conséquent $\cos.\, \varpi = -1$; l'équation (1) donnera ainsi

$$\rho' = \frac{g.D}{2\alpha}$$

et par conséquent

$$\frac{\rho}{\rho'} = \cos^2.\, \tfrac{1}{2}\varpi$$

l'expression précédente de la résistance que le disque oppose à sa séparation du fluide, ou ce qui revient au même, du poids nécessaire pour l'enlever, devient ainsi $2\,\pi.\, i^2.\, \sqrt{g\,D.\,\rho}$ « Donc, « pour des disques de même diamètre et de matières différentes, « les carrés de ces poids, divisés par les densités spécifiques des « fluides, sont proportionnels aux valeurs de ρ. » On peut donc, par des expériences très-précises sur les résistances que les disques opposent à leur séparation de la surface des fluides, déterminer leurs attractions respectives sur ces fluides.

On doit faire ici deux observations importantes : la première est que ρ exprime l'action d'un plan d'une épaisseur sensible, sur un plan fluide d'une épaisseur sensible, et dont la largeur est prise pour unité, qui lui est parallèle et qui le touche par la droite qui termine une de ses extrémités, quelles que soient d'ailleurs les lois d'attraction des molécules du fluide sur celles du plan et sur ses propres molécules, dans le cas même où ces lois ne seroient pas exprimées par une même fonction de la distance. Mais si cette fonction est la même, alors les valeurs de ρ de ρ' sont proportionnelles aux intensités respectives des attractions, ou, ce qui revient au même, aux coefficiens constans qui multiplient la fonction commune de la distance, par laquelle la loi de ces attractions est représentée; mais ces valeurs sont relatives à des volumes égaux. Pour le faire voir, concevons deux tubes capillaires de même diamètre et de substances différentes, mais dans lesquels un fluide s'élève à la même hauteur. Il est clair que si l'on prend dans ces tubes, deux volumes égaux et infiniment petits, semblablement placés relativement au fluide intérieur, leur action sur ce fluide sera la même, et l'on pourra substituer l'un au lieu de l'autre; or, pour avoir leurs attractions à égalité de masses, il faut diviser les attractions des volumes égaux par les densités spécifiques; il faut donc diviser les valeurs de ρ et de ρ' par les densités respectives des différens corps.

La seconde observation est que les résultats précédens supposent ρ moindre que ρ'; car si ρ surpassoit ρ', le fluide s'uniroit intimement

au disque qu'il touche, et formeroit ainsi un nouveau disque dont la surface en contact avec le fluide, seroit le fluide lui-même. Mais comme on peut, par la formule précédente, déterminer la résistance qu'un pareil disque opposeroit à sa séparation, on sera sûr que ρ est moindre que ρ', si la résistance qu'un disque oppose, est plus petite que la résistance ainsi calculée.

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES.

Route du Simplon, par le Valais.

Les travaux de cette route ont été commencés le 12 octobre 1800, (an 9,); M. Lescot, ingénieur en chef, avoit alors sous ses ordres MM. Cordier, Polonceau, Coic et Baduel, tous quatre élèves de l'École polytechnique, et M. Pleinchamp. La rigueur de la saison, les précipices que les montagnes offroient à chaque pas, n'ont pu arrêter le zèle de ces courageux ingénieurs; pleins de force et de jeunesse, ils ont bravé tous les dangers. M. Lescot seul fut victime de son dévouement; excédé de fatigue, il mourut à Brigg dans le mois de décembre 1801; il a été remplacé par M. Houdouard, actuellement membre du corps législatif.

La route entière fut à peine tracée, qu'il fut décidé qu'une partie seroit exécutée aux frais et sous la direction du gouvernement d'Italie; alors MM. Coic et Baduel furent employés à d'autres travaux dans les Alpes, et la confection de la route depuis Gliss jusqu'à Algaby, demeura confiée aux soins de MM. Cordier, Polonceau et Pleinchamp; elle comprend 36000 mètres.

Les ingénieurs italiens ont continué la route d'Algaby à Domo-d'Ossola; cette partie est de 35000 mètres, en sorte que la longueur totale de la route est de 71000 mètres, et son point culminant est de 2005^{m}56 au-dessus du niveau de la mer.

Lorsque je traversai le Simplon, pour me rendre à Gènes comme examinateur d'admission à l'Ecole polytechnique, mon ami M. Cordier qui m'accompagnoit sur la nouvelle route, m'en remit un profil côté; on le trouvera dans la planche qui est jointe à ce numéro; lorsqu'on fera l'histoire des grands travaux qui s'exécutent actuellement, on verra par la *Correspondance* de l'Ecole polytechnique, qu'il y a peu de ces travaux dont les projets ou la confection n'aient été confiés à des ingénieurs sortis de cette École. H.

CHIMIE.

Extrait d'un Mémoire sur la théorie de la fabrication de l'acide sulfurique, lu à l'Institut le 20 janvier; par M. Desormes, ancien élève et M. Clément. Par M. Hachette.

On sait que lorsqu'on brûle du soufre dans l'air atmosphérique, on obtient de l'acide sulfureux; en ajoutant au soufre une certaine quantité de nitrate de potasse, l'acide sulfureux se change en acide sulfurique; on avoit fait plusieurs hypothèses pour expliquer ce changement, les auteurs du mémoire commencent par les réfuter; on supposoit que le nitre avoit pour objet d'élever la température, mais on observe que le mélange du nitre avec une pâte d'eau et d'argile qui abaisse la température et retarde la combustion, ne change pas l'effet de ce sel; d'autres avoient cru que l'oxigène dégagé du nitrate de potasse suffisoit pour convertir l'acide sulfureux en acide sulfurique; on démontre par un calcul arithmétique fondé sur les doses d'oxigène qui entrent dans le nitre et l'acide sulfurique, que cette opinion n'est pas soutenable.

Quelle est donc la véritable explication de la conversion de l'acide sulfureux en acide sulfurique dans la fabrication en grand?

MM. Clément et Desormes ont résolu cette question, en prouvant *que l'acide nitrique est l'instrument de l'oxigénation complète du soufre; que d'abord, le gaz nitreux prend l'oxigène de l'air atmosphérique pour l'offrir à l'acide sulfureux dans un état qui lui convienne.*

Lorsqu'on brûle le mélange ordinaire de soufre, de nitrate de potasse et d'argile humectée, on remarque qu'il s'exhale de l'incendie un mélange de gaz acide nitreux et acide sulfureux avec de l'eau en vapeur et de l'azote provenant de l'air atmosphérique; les deux gaz sulfureux et nitreux ne peuvent exister en contact, sans décomposition du second et conversion du premier en acide sulfurique; déja loin du foyer, ce mélange de gaz et de vapeurs trouve une température plus basse qui détermine la condensation d'une partie de la vapeur; la pluie qui se forme, entraîne avec elle l'acide sulfurique produit, et offre un vide aux différentes substances qui restent; celles-ci s'y précipitent en tourbillonnant et présentent mille points de contact qui *favorisent* le jeu des affinités.

§. II. CONSEIL DE PERFECTIONNEMENT.

La septième session du Conseil de perfectionnement a été ouverte le 6 novembre, et a été terminée le 24 décembre 1806.

Liste des Membres du Conseil.

Gouverneur de l'École, Président

M. Lacuée 1

Examinateurs pour l'admission dans les services publics, Membres désignés par la loi.

MM. Bossut, Legendre, Vauquelin, Malus................ 4

Membres de l'Institut national, pris selon la loi, dans la classe des sciences mathématiques et physiques.

MM. Lagrange, Laplace, Berthollet...................... 3

Désignés par S. E. le Ministre de la guerre.

MM. Lamogère, officier supérieur d'artillerie; Allent, officier supérieur du génie; Jacotin, colonel ingénieur géographe... 3

Désignés par S. E. le ministre de la marine.

MM. Sugny (1), inspecteur-général d'artillerie de la marine; Sané, inspecteur-général du génie maritime.............. 2

Désignés par S. E. le Ministre de l'intérieur.

MM. Lefevre, inspecteur-général des ponts et chaussées; Gillet-Laumont, membre du conseil des mines......... 2

Directeur des études de l'École Polytechnique.

M. Vernon 1

Commissaires choisis par le conseil d'instruction de l'École, parmi ses membres.

MM. Monge, Guyton, Durand, Lebrun, *inspecteur des élèves*. 4

Quartier-maître de l'École Polytechnique, Secrétaire.

Marielle 1

Total....... 19

Conformément à l'article 37 du titre 9 de la loi du 25 frimaire an 8 (16 décembre 1799), le conseil a choisi M. Duhays, ancien

(1) Remplacé, vu son absence, par le colonel Thirion.

officier du génie, pour être présenté au Gouvernement comme professeur d'*art militaire*, en remplacement de M. Vernon, nommé commandant de l'Ecole.

Compte rendu au Conseil de perfectionnement de l'Ecole impériale Polytechnique, par M. Gillet-Laumont, *inspecteur des Mines, membre de ce Conseil, lu le* 18 *décembre* 1806.

Sur l'École des mines.

Il existe deux écoles pratiques des Mines, l'une dans le département du Mont-Blanc, l'autre dans le département de la Sarre. La première est en pleine activité; la seconde va commencer à l'être au 1er. janvier 1807.

École du Mont-Blanc.

Cette école est composée de la mine de Pezey, du chef-lieu de l'école, à Moutiers, et de la nouvelle fonderie de Conflans.

A. La mine de plomb argentifere de Pezey est située sous un glacier, vers les sources de l'Isère. Le filon est puissant, et exploité, sur plusieurs étages, dans une grande longueur.

L'école a reçu cette mine dans l'état de délabrement le plus affreux. Les travaux intérieurs étoient bouleversés. Une avalanche de boue souterraine avoit comblé la galerie d'écoulement et englouti plusieurs mineurs. A l'intérieur, les boccards, les laveries, les fonderies étoient en ruines: tout est rétabli; des bâtimens nouveaux ont été élevés, de vastes laveries ont été construites, et cette mine occupe aujourd'hui 350 ouvriers ou chefs d'ateliers.

Le gouvernement de Savoie n'avoit jamais retiré du minéral de Pesey plus de 32 de plomb par cent, et 2 à 2 $\frac{1}{8}$ d'argent. Depuis cinq ans que l'école y est établie, on a fait quatre fontes dans lesquelles on a retiré à-peu-près la même quantité d'argent; mais à l'égard du plomb, on a obtenu, en traitant le même minérai,

De la 1re. fonte, en l'an 11, 33 p. % de plomb, qui, avec l'argent, ont rapporté................ 42.000l
De la 2e. fonte, en l'an 12, ...47 p. %,......... 142.000l
De la 3e. fonte, en l'an 13, ...60 p. %,......... 206.000l
De la 4e. fonte, en l'an 14 (1806), 66 p. %, ... 282.000l

L'amélioration que l'on a obtenue sur le produit du plomb (le double de ce que l'on retiroit précédemment), en même tems que l'économie de près de moitié sur les combustibles, provient principalement de l'usage d'une espèce de fourneau à manche, de la hauteur d'un décimètre, dit *écossais*, que l'on a substitué aux fourneaux-

à manches élevés ordinaires; enfin l'usage du fourneau à *reverbère* que l'on a employé pendant cette dernière campagne.

B. Le chef-lieu proprement dit de l'école est placé à Moutiers, petite ville située au milieu des montagnes, à trois myriamètres au-dessous de Pesey. C'est là que sont les salles d'étude, les laboratoires, et que les professeurs donnent leurs leçons théoriques: les leçons pratiques ont lieu tant à Pesey qu'à Conflans, sur les usines et les montagnes environnantes. Le professeur de géologie et de minéralogie a fait, cette année, une course étendue dans les Alpes et dans le Piémont, muni de baromètres et de divers instrumens, qui, en faisant connoître aux élèves une partie de la structure de ces montagnes célèbres, les ont accoutumés à en estimer la hauteur, si difficile à apprécier pour des yeux non exercés.

C. La nouvelle fonderie de Conflans, établie dans une ancienne saline, est située à trois myriamètres au-dessus de Moutiers. Elle est beaucoup mieux pour les combustibles que celle de Pesey; elle est destinée à devenir une vaste *fonderie centrale*, où on apportera une partie des minerais lavés de Pesey et des filons nombreux qui existent dans les environs souvent sous des glaciers inabordables une grande partie de l'année, et dont les produits isolés ne seroient pas capables d'entretenir des fonderies particulières. On espère y favoriser la fonte par les mélanges de divers minerais déja reconnus si utiles relativement au fer, et peu pratiqués en France pour le plomb et le cuivre.

On vient d'y établir des digues pour s'opposer aux dévastations de l'Isère qui dans l'hiver est presque à sec, mais qui devient un torrent impétueux lors de la fonte des neiges. On va établir cette année les soufflets à piston dont l'avantage est aujourd'hui constaté; et l'on espère pouvoir commencer à y fondre l'année prochaine.

L'administration de l'école du Mont-Blanc est composée d'un directeur et de trois professeurs, savoir:

1 de géologie et minéralogie;
1 d'exploitation;
1 de minéralurgie, et accidentellement de docimasie.

Les travaux pratiques, dirigés par l'ingénieur en chef Schreiber, sont conduits et suivis par de jeunes ingénieurs, ou des élèves qui sont reconnus avoir acquis des connoissances suffisantes.

Les élèves sont divisés en deux classes. Ceux de première sont ceux qui ont acquis des points de mérite, auxquels on a donné le nom de *mediums*, dans les six parties de sciences exigées, savoir: dessin, géologie, minéralogie, exploitation, docimasie et minéralurgie.

Les élèves de la seconde classe sont ceux qui n'ont pas encore acquis tous leurs *médiums*.

Le ministre de l'intérieur, sur la présentation du conseil des mines, vient de nommer ingénieurs ordinaires trois élèves de première classe qui avoient déja suivi pendant du tems les travaux pratiques. Ces jeunes ingénieurs doivent encore rester au moins un an sur les écoles, pour y être employés à conduire les travaux.

Il y a aujourd'hui à l'école du Mont-Blanc onze élèves, dont trois de première classe et huit de seconde. Des trois premiers, deux ont été reconnus en état d'être mis hors de concours théoriques, pour se livrer entièrement à la pratique: ils pourront être faits ingénieurs l'année prochaine.

Parmi les élèves de la seconde classe, quatre sont passés l'année dernière de l'Ecole Polytechnique à celle des mines: leur conduite est excellente, et leurs progrès sont rapides, sur-tout ceux de l'élève Leboullenger; mais ce n'est pas la première fois que le conseil des mines a eu l'occasion de témoigner combien il étoit content des élèves sortis de l'Ecole Polytechnique, qui, non attirés vers ce service par des avantages pécuniaires, s'y sont portés par un goût particulier.

Si, comme il y a lieu de l'espérer, le Gouvernement donne bientôt une organisation plus forte au corps des mines aujourd'hui insuffisant, d'après l'augmentation de l'Empire français, pour la surveillance des usines à fer, de plus de 300 concessions actives, et d'un bien plus grand nombre qui sont demandés, les ingénieurs, les élèves recevront la récompense de leur zèle, et le corps aura besoin l'année prochaine d'un nombre d'élèves supérieur à celui qui a été admis cette année.

Nous pouvons assurer au conseil de perfectionnement que l'école pratique du Mont-Blanc a été formée sans occasionner aucune dépense extraordinaire au Gouvernement.

Depuis l'an 10 jusqu'au commencement de l'an 14, le conseil des mines a remis chaque année, sur les 200,000 fr. destinés annuellement à son service général, 66,000 fr. uniquement employés aux travaux de la mine de Pesey, et aux frais de l'école à Moutiers. Depuis l'an 14, la mine de Pesey suffit à tout; elle monte la fonderie centrale de Conflans, et soutient environ 400 ouvriers et chefs d'ateliers employés sur ces trois établissemens.

École de la Sarre.

Cette école située près de la forge et ferblanterie de Gislautern, près Sarrebruck, département de la Sarre, va être mise en activité au 1er. janvier 1807.

On doit s'y occuper essentiellement de tout ce qui a rapport au travail du fer, afin de parvenir à économiser la main-d'œuvre et les combustibles en conservant sa qualité.

Pour parvenir à ce but important, on doit y établir successivement diverses méthodes pratiquées avec succès dans des pays étrangers, alimenter de hauts fourneaux avec de la houille réduite en coacks, et donner l'exemple de plusieurs procédés avantageusement connus depuis longtems, mais encore peu pratiqués en France.

PERSONNEL DES ÉLÈVES.

La classe des sciences physiques et mathématiques a, dans sa séance du 8 décembre 1806, nommé M. Gay-Lussac à la place vacante dans la section de physique, par la mort de M. Brisson.

M. Valazé, entré à l'école en 1799 (promotion de l'an 7), a été nommé chef de bataillon du génie, le 25 décembre 1806, après la bataille d'Austerlitz, où il s'est distingué.

M. Bernard (Simon), entré à l'École en 1797, a obtenu le même grade; sa nomination est de la même époque (décembre 1806).

MM. *Biot* et *Arrago*, partis dans le mois d'août 1806 pour l'Espagne, achèvent la mesure de la partie du méridien dont M. Mechin avoit été chargé.

ANNONCES.

Recherches arithmétiques, par M. Charles-Fréderic Gauss, de *Brunswick*, traduites par A. C. M. Poullet-Delisle, ancien élève de l'École Polytechnique, professeur de mathématiques au lycée d'Orléans. 1 vol *in*-4°. 1807. Ouvrage dédié à M. Laplace.

L'École préparatoire Polytechnique, fondée par M. Hachette, avec l'agrément de M. le Gouverneur, a été transférée de la rue de Seine, n°. 6, à la rue de Sève, n°. 106.

§. III. PERSONNEL.

Nomination à des places dans l'École.

M. le Gouverneur a nommé, cette année (1806), examinateurs pour l'admission dans les services publics,

En *physique* et *géométrie descriptive* : M. Malus.

En *chimie* : .... M. Vauquelin.

Il a nommé adjoints aux répétiteurs d'analyse MM. Bazaine et Berthier, anciens élèves.

ADMISSION DANS LES SERVICES PUBLICS.

Le jury présidé par M. le Gouverneur, et composé des deux examinateurs permanens, MM. Legendre et Bossut, et des examinateurs temporaires MM. Vauquelin et Malus, a arrêté le 30 octobre 1806, les listes suivantes, par ordre de mérite; savoir :

ARTILLERIE. — MM. Jaunez, Legagneur, Brianchon, Fraissignes, Phétu, Lallemant A., Foucauld J. E., Drieu, Chabert, Lamorinière, Préveraud, Millet, Dumoulin, Furgaud, Duchemin, Guérin, Lefevre A. F., Bitsch, Lecourt, Pron, Martin, Duport-Pontcharra, Huet, Colson, Coffinhal, Decamain, Amauri, Lorimier, Hamelin, Poumet, Lamorre, Radoult P. T., Denis, Cartier (aîné), Brussel-Brulard (jeune), Mahé, Greffan, Ancinelle, Duchet, Caux, Seigneurie, Guichou, Lecardinal-Kernier J. A. M. P., Decroix, Avrray, Masquelez, Dumont, Convents, Tardif, Hennocque, Rey, Besse, Mecquot, Bellencontre, Sainte-Marie, Maugras, Lauwereyns, Dovillée, Freslon, Duhamel, Candie St.-Simon, Noblet, Vergé, Tacon, Gayet-Laroche, Lamare, Vezian, Brussel-Brulard (aîné), Maitrot, Pichois, Fourcroy, Vecten. . . . . 72.

GÉNIE-MILITAIRE. — MM. Foucault L. D., Franc, Chambaud, Leviston, Montauban, Amillet P. H., Audoy; Cartront, Morlet, Suhard, Dulcat, Girard, Coppin, Cartier (jeune), Maltzen. . 15.

PONTS ET CHAUSSÉES. — MM. Binet, Dharanguier, Fleury, Quesney, Ginot, Parravey, Mordret, Brémontier, Fresnel, Destrem J. A. M., Lejeune, Constant dit Laguerenne, Boucher J. B. H., Leblanc, Marguet, Henry A. G., Jandel, Maurice, Berdoulat, Spinasse, Rousseau, Méquin, Lemierre, Roel, Vuillet, Vicat, Guiol, Blachez. . . . . 28.

MINES. — Leboullenger, Voltz (admis en février 1806), (1), Moisson-Desroches, Puvis, Louette, Cocquerel. . . . . 6.

GÉNIE-MARITIME. — Daviel, Dreppe. . . . . 2.

Nombre total des élèves admis dans les services publics, en 1806. . . . . 123.

Admis dans les troupes de ligne en qualité de sous-lieutenant.

MM. Albrespit, Aubé - Bracquemont, Baillieu (jeune),

(1) MM. Leboullenger et Voltz avoient été déclarés admissibles dans le service des Mines en brumaire an 14; ils étoient restés à l'École Polytechnique en attendant qu'il y eût des places vacantes.

Belet, Besançon, Bonnaud, Carré, Cerf dit Hertz-Zacarias, Cornil, Cuvillier, Daullé, Dollusz, Donzé, Doulceron, Eudel, Galleto, Garin, Gattée, Genet, Girault P., Gobert, Gouffé, Grivel, Guingret, Labastie, Lallemand F., Lapique, Lecardinal-Kernier F. G. P., Legroux, Marie, Marmion, Massot, Mayer, Meyer, Michel, Navier, Puget, Ribault, Robethon, Sasmayous, Sthème, Tardieu, Vaissière, Vanloo, Varin, Zaiguelius . . 46.

Rivarol, nommé officier dans le régiment d'Isembourg. . 1.

Nombre total des élèves admis dans les troupes de ligne en l'an 1806. . . . . 47.

Démissionnaires.

MM. Goguillot (8 avril), Prudhomme (17 avril), Gauvain (20 juin), Ganivet (1 août), Gossuin (20 septembre), Belpaire (19 novembre), Busnel (19 novembre), Biet (19 novembre), Ricard (19 novembre). . . . . 9.

Morts.

A l'infirmerie de l'Ecole. — MM. Degeac, Mauprel. . 2

Hors de l'Ecole. — MM. Baillieu (aîné), Bourdonié, Girod, Pouchot, Feuillot-Varange. . . . . 7.

Nombre total des élèves sortis de l'Ecole, du 20 novembre 1805 au 20 novembre 1806. . . . . 186.

Le nombre d'élèves composant l'Ecole, au 20 novembre 1805, étoit (voyez page 161) de. . . . . 319.

Ce qui porte le nombre d'élèves restant à. . . . . . . 133.

Le tableau suivant, joint à ceux qui précèdent, porte le nombre des élèves admis à l'Ecole, depuis l'époque de son établissement jusqu'au 20 novembre 1806 inclusivement, à............1836.

Nombre des candidats examinés en 1806 284

Savoir : A Paris, ... 102 }
Dans les départemens, ... 182 } 284

Nombre des candidats admis en 1806 174

Savoir : A Paris, ... 66 }
Dans les départemens, ... 108 } 174

Le nombre d'élèves non admis dans les services publics, et restant à l'Ecole, est (*même page.*) de............... 133

Le nombre total des élèves qui composent l'Ecole au 20 novembre 1806, est donc de 307

LISTE, PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

Des Élèves admis à l'École Polytechnique, suivant la décision du Jury, du 23 octobre 1806.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Amillet	Josias-Henri-Urbain	Chef Boutonne	Deux Sèvres.
Anselmier	Claude-Marie	Chambéry	Mont-blanc.
Antoine	Charles-Laurent	Thiaucourt	Meurthe.
Audoury	Joseph	Cahors	Lot.
Auricoste	J.-Bapt.-Eugène	Villeréal	Lot-et-Gar^{ne}.
Avéros	Joseph-Louis.	Estagel	Pyrénées-or^{les}.
Barthez-Lafabrié	L.-Frédéric-Félix	Réalmont	Tarn.
Baston-Lariboisière	Honoré-Charles	Fougère	Ille-et-Villaine.
Becquerel	Antoine-César	Chatillon-sur-Loing	Loiret.
Belenet	Antoine-Gabriël	Vesoul	Haute-Saone.
Bergery	Claude-Lucien	Orléans	Loiret.
Bezault	Alex^{dre}.-Charles-François	Lisieux	Calvados.
Borgognon	J.-F.-Augustin-Victor	Rennes	Ille-et-Villaine.
Bourrousse-Laffore	Joseph-Raymond-Clément	Laffore	Lot-et-Gar^{ne}.
Brémard	Henri-Pierre	Paris	Seine.
Bréon	J.-B.-Marie	*idem*	*idem.*
Briois	Henri-Edme	Troye	Aube.
Burcy	Prosper-Auguste	Creully	Calvados.
Cahusac	Marie-Grégoire-Baptiste	Fleurance	Gers.
Cailloux	Pierre-Raymond	Paris	Seine.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Cassières	Jules	Bordeaux.	Gironde.
Castagné	André	Villeneuve	Lot-et-Gar[ne].
Caurant	Jean-Pierre-Marie	Gourin	Morbihan.
Chapuy (1)	Nicol.-Marie-Jos.	Paris	Seine.
Charpentier	Fran.-Emmanuel-Alexandre	Alençon	Orne.
Chéron	Stanislas-Victor	Paris	Seine.
Choumara	P[re].-Marie-Théod.	Nonancourt	Eure.
Cloquemin	Antoine-François	Evreux	*idem.*
Coessin	Jean-Alexandre	Versailles	Seine-et-Oise.
Comte	Alphonse-Louis	Paris	Seine.
Conté	Amédée-Louis	*idem*	*idem*
Culmann	Frédéric-Jacques	Anweiller	Mont-Ton[re].
Damey-Saint-Bresson	Claude-Desiré-Marie-Thérèse-Philippe-Victor.	Fourg	Doubs.
Dargent	Charles-Marie	Soissons	Aisne.
Dellac	Jacques-Louis	Alet	Aude
Demoor	François-Joseph	Bruxelles	Dyle.
Desnoyers	L.-Marie-Franç.-de-Salles	Neuville	Loiret.
Dombey	André-Denis-Philippe	Pont-de-Veyle	Ain.
Donzelot	Léonard	Scey	Doubs.
Dornier	François-Joseph	Pontarlier	*idem.*
Drumel	J.-Joseph-Marie	Paris	Seine.
Dubois	L.-Joseph-Félix	Bruxelles	Dyle.
Duboy	Jean-Baptiste	Pesme	Haute-Saone.
Ducros Saint-Germain	Jean-Pierre	Arreau	Hautes-Pyrén.
Faurie	Dominiq.-Victor	Bayonne	Basses-Pyrén.
Favier	Joseph	S[t]. Gervais	Puy-de-Dôme.
Fouju	Jacques-Gabriël	Paris	Seine.

(1) A donné sa démission.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Franchessin	Jacques-Victor	Metz	Moselle.
Frémond	L.-Antoine-Henri	Angers	Maine-et-Loire.
Frissard	Pierre-François	Paris	Seine.
Furgole	Pierre Rose-Vincent	Toulouse	H[te].-Garonne.
Gabé	Etienne-Philibert Joseph	Paris	Seine.
Gailly	Adrien-François-Louis	Charleville	Ardennes.
Gardien	Jean-Joseph	Besançon	Doubs.
Géant	Charles-Polycarpe	Passavant	Marne
Gerus	Jean-Denis	Cescau	Arriège.
Gilles	Bernard-Mathieu	Nuits	Côte-dOr.
Gislain-Bontin	Alex[dre].-L.-Jules	Germigny	Yonne.
Goeury.	Hubert	Callac	Côtes-du-Nord.
Gourousseau.	Barthel.-Charles	Paris	Seine.
Grandbesançon	Pierre-Antoine-François-Xav.	Breurey-les-Faverney	Haute-Saone.
Grandin.	Charles-Henri-Pierre	Elbœuf	Seine-infér.
Grandjean	François	Metz	Moselle.
Grillet	Fr.-Etienne-Justin	Besançon	Doubs.
Gueymard	J.-François-Emile	Corps	Isère.
Guibaud	Louis-Honoré	Dourgne	Tarn.
Guyton	Louis-Bernard	Charleville	Ardennes.
Hénin	J.-Marie-Victor	Paris	Seine.
Jacomet	Nic.-Onufre-Sim.	Prades	Pyrénées-or[les].
Jacques	Jean-Nicolas	Vilcey-sur-Trey	Meurthe.
Janin dit Lescure	Benoît-Joseph	Saint-Etienne	Loire.
Jemois	Henri	Moulins	Allier.
Jeufosse	Amédée-Joseph-Alexandre	S[t].-Aubin-sur-Gaillon	Eure.
Jobert	Honoré-Louis	Gevigney	Haute-Saone.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Joffre	Pierre-J.-Joseph	Rivesaltes	Pyrénées-or[les].
Journet	Jean-Frédéric	Ganges	Hérault.
Lafitte	Gabriel-L.-Marie-Victor	Agen	Lot-et-Gar[ne].
Lagarde	Eugène-Louis	Pommeuse	S[ne].-et-Marne.
Lamy	Jean-Nicolas	Salins	Jura.
Langlois	Jean-Charles	Beaumont	Calvados.
Lanoue	Guil.-Tous.-Marie	Marsal	Meurthe.
Lanty	François-Victor	Metz	Moselle.
Lapipe	Angélique-Franç. Jean-Baptiste	Paris	Seine.
Larigaudie	Pierre-François	S.-Hilaire-d'Estissac	Dordogne
Laurent	François	Pont-à-Mouss[on]	Meurthe.
Leboulanger	J.-Louis-Edouard	Fosseuse	Oise.
Lebreton	Clément-Marie	Quimper	Finistère.
Legendre	Augustin-Charles	Paris	Seine.
Leguay	J.-Marie-Vincent	Rennes	Ille-et-Villaine.
Lemercier	François-Auguste	Caudebec-les-Elbœuf	Seine-infe[re].
Lepasquier	Ambr.-Augustin.	Turny	Yonne.
Lepescheur de Branville	Charles-Camille	Paris	Seine.
Le Rey	Joseph-François	Bastia	Golo.
Leroux	Paul-Marie	Aunay	Calvados.
Leroux Douville	Louis	Epinal	Vosges.
Leroy	François-André	Rouen	Seine-infé[re].
Leroy	Joseph	Paris	Seine.
Letocart	Louis-Guillaume-Alexis-Joseph	Dunkerque	Nord.
Locher	Jules-César-Ch[les].-Joseph	Hesdin	Pas-de-Calais.
Mallet	Jacques	Dieppe	Seine-infé[re].
Mangin Douence	Ant.-Jos.-Frédér.	Versailles	Seine-et-Oise.
Marcellin	Pierre-Adrien	Paris	Seine.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Marcilly	Denis-Louis-René	Senlis	Oise.
Mariez	Charles-Edme-F[s].-Xav.-Michel	Romans	Drôme.
Martin	Benjamin	Villeneuve-les-Bézirs	Hérault.
Mauviel	Jean-Marie-Clair	Guingamp	Côtes-du-Nord.
Mayer Marx	Lazare	Nancy	Meurthe
Ménard	Adr.-L.-Hyacinth.	Paris	Seine.
Merlin	Paul-Christophe-Elisabeth	Thionville	Moselle.
Million	Jean-Louis	Lyon	Rhône.
Moreau	Charles-Louis	Bar-sur-Ornain	Meuse.
Morisset Dubréau	Henri-Symphorien	Triguères	Loiret.
Mosseron d'Amboise	Louis-Jacques	Chaumont	H[te].-Marne.
Moulin	P[re].-Nicol.-Arsène	Argences	Calvados.
Mounier	Maurice-Théod.-Casimir	S[t].-Jouin-sous-Chatillon	Deux-Sèvres.
Nancy	Anne-Philib.-Fr[s].	Dijon	Côte-d'Or.
Négrier	André-Charles	Neuvy-la-loi	Indre-et-Loire.
Paulet	J.-François-Ami	Genève	Léman.
Pellegrin	Séraph.-Dominiq.	Grenoble	Isère.
Pellegrini	J.-Claude-Frédér.-Alexis	Chambéry	Mont-Blanc.
Pérès	P[l].-Flor[nt].-Marg[te].	Boulogne	H[te].-Garonne.
Périsse (1)	Antoine-François	Carignan	Ardennes.
Petit	J.-B.-Joseph	Moncheaux	Pas-de-Calais.
Philippi	André-François	Ajaccio	Liamone.
Picher Grandchamp	François-Marie	Lyon	Rhône.
Piéverd	Nicolas	Toul	Meurthe.

(1) A donné sa démission.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX. DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Pintedevin-Dujardin	Benjamin	S^{t}.-Servan	Ille-et-Villaine.
Pirard	Jean-Pierre	Namur	Sambre-et-M^{se}.
Pissin	Alex^{dre}.-Aug^{te}.-F.-Victor-Pasc^{l}.-Marcel^{n}.-Marie-Thérèse-Joseph	Aix	B.-du-Rhône.
Pissin.	Bruno-Fr^{s}.-César-J.-L.-Joseph-Mart^{al}.-Raym^{d}.-Paul-Thimoth.	*idem*	*idem*.
Poillevé de la Guérinais	Théodore-Joseph-Marie	La Bouexière	Ille-et-Villaine.
Poirée	Antoine-Jules	Soissons	Aisne.
Poirier	François-Julien	Versailles	Seine-et-Oise.
Poulain	Delphin	Carignan	Ardennes.
Pretet.	Marie-Joseph	Cramans	Jura.
Prévost	Guill^{me}.-Ambr^{se}.	Toulouse	H^{te}.-Garonne.
Prévost Gagemon	Charles-Joseph	S^{t}.-Martin-les-Melle.	Deux-Sèvres.
Prisye	Antoine-Gaspard	Nevers	Nièvre.
Puymirol	Joseph-Louis	Sirac	Gers.
Raffard	Jean-Antoine	Serrières	Ardèche.
Rambaud	Barthel.-Augustin	Grenoble	Isère.
Raoul	Louis-Nicolas	Rouceux	Vosges.
Ratoin	Annet-Gilbert	Pont Gibaud	Puy-de-Dôme.
Raymond	Antoine-Louis-Jacques-Fran^{s}.	S^{t}.-Laurent-du-Var	Var.
Regneault	J.-B.-Victor	Lunéville	Meurthe.
Reydellet	Hec^{tr}.-Améd.-A^{md}.	Nantua	Ain.
Rieu	Jean-Louis	Genève	Léman.
Rigal	Pierre	Beauville	Lot-et-Gar^{ne}.
Rigal	Henri	Creveldt	Roër.
Robinot	Guil^{me}.-F.-Marie	Crehen	Côtes-du-Nord.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Rolland	P^{l}.-Guil^{me}.-Casim.	Limoux	Aude.
Romagnie	Augustin-Louis	Paris	Seine.
Roussel	Frédér.-Guil^{me}.	Caen	Calvados.
Roussel Galle	Claude-F.-Xav.	Assey	Jura.
Royer	Claude-Hugues	Moissey	*idem*.
Royou	L.-Gust.-Adolphe	Quimper	Finistère.
Savoye	Paul	Voelkling	Sarre.
Souhait	Marie-L.-Joseph	Saint-Dié	Vosges.
Staël (1)	Auguste-Louis	Paris	Seine.
Sudour	F.-Julien-Charles	Tulle	Corrèze.
S^{te}. Aldegonde	Ch.-Camille-Jos.-Balthazard	Paris	Seine.
Tessier	André	Port-au-Prince	Isle S.-Doming.
Teichmann	J.-Théod^{re}.-Fréd.	Venlo	Meuse-infé^{re}.
Thoumas	Alexandre-Franç.	Laurière	Haute-Vienne.
Toussaint (2)	Aimé-Michel	Lesneven	Finistère.
Toytot	Augustin-Cather.	Gissey-le-Vieil	Côte-d'Or.
Travers	Benj.-Marie-Mich.	Paris	Seine.
Vathaire	Louis	Troye	Aube.
Vialay	Alexis-Lazare	Chât^{au}-Chinon	Nièvre.
Viard	Anatole-Ferdin^{d}.	Paris	Seine.
Vigier	Guill^{me}.-Henri-Ch^{les}.-Marie-P^{l}.	Mézin	Lot-et-Gar^{ne}.
Vinceno	F.-L.-Alexandre	Pont-à-Mouss^{on}	Meurthe.
Viollet	Jean-Hilaire	Chef-Boutonne	Deux-Sèvres.
Vuilleret	Joseph	Besançon	Doubs.

(1) A donné sa démission.

(2) *Idem*.

§. IV. ACTES DU GOUVERNEMENT.

Extrait des minutes de la Secrétairerie d'Etat.

Au Palais de Saint-Cloud, le 5 septembre 1806.

Napoléon, Empereur des Français et Roi d'Italie,

Sur le rapport de notre ministre de l'intérieur, nous avons décrété et décrétons ce qui suit :

Art. I. Il sera réservé par année deux places dans l'Ecole Polytechnique aux élèves de l'université de Lucques.

Art. II. Les élèves de l'université de Lucques, qui prétendront à des places, se rendront à Turin ou à Gênes, à l'époque des examens qui auront lieu dans l'une ou l'autre de ces villes, pour y être examinés, et ne seront admis qu'autant qu'ils auront été jugés avoir les connoissances requises à remplir les conditions exigées.

Art. III. Notre ministre de l'intérieur est chargé de l'exécution du présent décret.

Par décret du 31 juillet 1806, S. M. a nommé directeur général des revues et de la conscription militaire, M. le conseiller d'état Lacuée, Gouverneur de l'École Impériale Polytechnique, etc.

Fautes à corriger dans le n°. 6.

Page 196, *ligne* 27, *au lieu de* hydrogène phosphoré, *lisez* hydrogène phosphuré

Page 198, *ligne* 4, *au lieu de* oxide pur, *lisez* oxide puce.

Même page, *ligne* 7, *supprimez ces mots :* examen d'un sel, etc.

Même page, *ligne* 29, *après* acétate de plomb, *ajoutez* et de l'acétate de cuivre.

CORRESPONDANCE
SUR
L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

Rédigée par M. HACHETTE.

N°. 8. *Mai* 1807.

§. I. ANALYSE APPLIQUÉE A LA GÉOMÉTRIE.

Solution analytique de la pyramide triangulaire, comprenant la Trigonométrie sphérique ; par M. Hachette.

J'ai donné dans le troisième numéro de cette Correspondance, la solution géométrique de la pyramide triangulaire ; la solution analytique n'est pas moins nécessaire aux élèves de l'École Polytechnique, puisque dans la première année du cours d'études, ils apprennent la théorie et la pratique des levées des terreins. M. Lagrange a donné dans le sixième cahier du Journal de l'École, un mémoire qui ne laisse rien à desirer sur cette partie de l'application de l'algèbre à la géométrie ; comme elle n'est pas exigée pour l'admission à l'École, j'ai cru devoir en faire l'objet de quelques leçons, en y ajoutant quelques modifications conformes au programme de mon cours de Géométrie et d'Analyse appliquée.

Il n'y a dans un triangle sphérique que six élémens ; les trois côtés et les trois angles ; mais trois de ces élémens suffisent pour déterminer les trois autres. Ainsi, les relations les plus simples ne peuvent être qu'en quatre élémens ; or, les combinaisons de six élémens, quatre en quatre, se réduisent à quatre cas, donc il n'y a aussi que quatre équations nécessaires pour résoudre tous les cas d'un triangle sphérique. M. Lagrange déduit ces quatre équations d'une équation fondamentale, que nous trouverons par des considérations du genre de celles que nous

avons employées dans la solution géométrique citée plus haut.

Nous allons d'abord faire connoître le théorême sur la surface du triangle sphérique, énoncé en 1629 par Albert Gérard, et démontré en 1632 par Cavalleri.

De la surface d'un triangle sphérique.

THÉORÊME.

1. L'aire d'un triangle sphérique est à la surface entière de la sphère, comme l'excès des trois angles du triangle sur deux angles droits est à huit angles droits.

Démonstration. Soit (fig. 1, pl. 1) $ABA'B'$ le grand cercle d'une sphere, $BCB'C'$, $ACA'C'$ les projections de deux autres grands cercles sur le plan du premier, il s'agit de trouver la surface du triangle sphérique qui a pour projection sur le même plan la figure ABC ou $A'B'C'$ composée d'un arc de cercle et des deux arcs d'ellipse.

L'hémisphère $ABA'B'C$ comprend : 1°. le fuseau sphérique $ABCA'$; 2°. le fuseau $ABCB'$ diminué du triangle sphérique ABC; 3°. le fuseau $A'B'C'C$ diminué du triangle sphérique $A'B'C'$; or, en prenant le rayon de la sphère pour l'unité, et nommant π la circonférence de son grand cercle; les angles A, B, C du triangle sphérique seront mesurés par des portions de π que nous désignons par A, B, C. La surface de la sphère aura pour expression 2π; elle sera au fuseau $ABCA'$ dans le rapport de π à A, d'où il suit que la surface de ce fuseau sera $2A$. Par la même raison, les deux fuseaux $ABCB'$, $A'B'C'C$ auront pour expressions de leurs surfaces $2B$ et $2C$; donc on aura l'équation

$$\text{surface de l'hémisphère} = \pi = 2A + (2B - T) + (2C - T),$$

et par conséquent

$$T = A + B + C - \frac{\pi}{2};$$

mais la surface entière de la sphère vaut 2π; en la nommant S, on aura $S = 2\pi$; de ces deux équations on déduit le théorême énoncé,

$$T : S :: A + B + C - \frac{\pi}{2} : 2\pi.$$

Sur les rapports entre les côtés et les angles d'un triangle sphérique.

PREMIÈRE PROPOSITION.

II. Les sinus des angles sont proportionnels aux côtés opposés à ces angles.

Démonstration.

Joignant (fig. 1) les trois points A, B, C, et le centre O de la sphère par des droites, on forme une pyramide triangulaire $OACB$, qui a les mêmes angles que le triangle sphérique ABC, et dont les faces sont les côtés a, b, c de ce triangle; supposons cette pyramide développée sur le plan de la face AOB, les angles (fig. 2) COB, $C'OA$, AOB auront pour mesures les côtés a, b, c; construisant en DEG l'angle A opposé à la face a, et en $D'FG$ l'angle B opposé à la face b, et prenant $OC = OC'$ pour le rayon des tables, on aura $DG = \sin A \sin b$, et $D'G = \sin B \sin a$, et à cause de $DG = D'G$ par construction,

(1) $\sin A \sin b = \sin B \sin a$;

d'où l'on déduit

(2) $\sin A : \sin B :: \sin a : \sin b$: ...... (A).

on trouveroit de même

(3) $\sin A : \sin C :: \sin a : \sin c$

(4) $\sin B : \sin C :: \sin b : \sin c$

Donc les sinus des angles sont proportionnels aux côtés opposés à ces angles.

DEUXIÈME PROPOSITION.

III. a, b, c étant les côtés d'un triangle sphérique, A l'angle opposé à l'un quelconque a de ces côtés, on a l'équation

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A.$$

Démonstration.

Menant GH et EK (fig. 2), l'une parallèle et l'autre perpendiculaire à OF, on aura $OF = \cos a = OK + KF = OK + GH$,

$OK = \cos b \cos c$, $GH = EG \sin c$; mais $EG = \sin b \cos A$, donc $GH = \sin b \sin c \cos A$, donc

$$\left.\begin{array}{ll}(1) & \cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \\ (2) & \cos b = \cos a \cos c + \sin a \sin c \cos B \\ (3) & \cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \sin C\end{array}\right\} \ldots\ldots (B).$$

Premier corollaire.

Les faces de la pyramide supplémentaire sont $180° - A$, $180° - B$, $180° - C$, les cosinus des deux premiers sont $-\cos A$ et $-\cos B$, l'angle opposé à la face $180° - A$ est $180° - a$, dont le cosinus est $-\cos a$; donc pour cette pyramide supplémentaire, les équations (B) se changeront en

$$\left.\begin{array}{ll}(1) & -\cos A = \cos B \cos C - \sin B \sin C \cos a \\ (2) & -\cos B = \cos A \cos C - \sin A \sin C \cos b \\ (3) & -\cos C = \cos A \cos B - \sin A \sin B \cos c\end{array}\right\} \ldots (C).$$

Second corollaire.

La valeur de $\cos c$, donnée par la troisième des équations (B), étant substituée dans la première de ces équations, on a......
$\cos a = \cos a \overline{\cos b}^2 + \sin a \sin b \cos b \cos C + \sin b \sin c \cos A$,
à cause de $\overline{\cos b}^2 = 1 - \overline{\sin b}^2$, et du facteur commun $\sin b$,

$$\cos a \sin b = \sin a \cos b \cos C + \sin c \cos A.$$

Prenant dans la seconde des équations (A) pour $\sin c$ la valeur suivante, $\sin c = \dfrac{\sin a \sin C}{\sin A}$, et la substituant dans la dernière équation, elle devient

$$\left.\begin{array}{ll}(1) & \cot a \sin b = \cot A \sin C + \cos b \cos C \\ \multicolumn{2}{l}{\textit{et par analogie}} \\ (2) & \cot a \sin c = \cot A \sin B + \cos c \cos B \\ (3) & \cot b \sin a = \cot B \sin C + \cos a \cos C \\ (4) & \cot b \sin c = \cot B \sin A + \cos c \cos A \\ (5) & \cot c \sin a = \cot C \sin B + \cos a \cos B \\ (6) & \cot c \sin b = \cot C \sin A + \cos b \cos A\end{array}\right\} \ldots (D).$$

IV. Les quatre systêmes d'équations (A), (B), (C), (D) comprennent la solution de toutes les équations de trigonométrie sphérique, car elles donnent les quatre relations simples qui existent entre les six élémens du triangle sphérique.

Le premier systême donne la relation entre deux côtés et deux angles opposés à ces côtés.

Le second systême donne la relation entre les trois côtés et un angle,

Le troisième systême entre trois angles et un côté,

Le quatrième entre deux côtés et deux angles, dont l'un est opposé et l'autre adjacent au même côté donné.

Lorsque le triangle sphérique est rectangle, un des angles, A, par exemple, est droit, et les équations (1) des systêmes (A), (B), (C), (D), deviennent:

$$\left.\begin{array}{ll}(1) & \sin a = \dfrac{\sin b}{\sin B} \\ (2) & \cos a = \cos b \cos C \\ (3) & \cos a = \cot B \cot C \\ (4) & \cot a = \cot b \cos C \\ \multicolumn{2}{l}{\text{Lorsque l'angle } C \text{ est droit, les équations (1)}} \\ \multicolumn{2}{l}{\text{des systêmes } (C) \text{ et } (D) \text{ donnent}} \\ (5) & \cos A = \sin B \cos a \\ (6) & \cot A = \cot a \sin b\end{array}\right\} \ldots\ldots\ldots\ldots (E).$$

Les six équations (E) donnent directement la solution de tous les cas des triangles sphériques rectangles, et comme elles sont sous une forme commode pour l'emploi des logarithmes, on s'en sert communément dans la trigonométrie, en décomposant tous les triangles en triangles rectangles par l'abaissement d'une perpendiculaire, ainsi qu'on va le voir dans la solution des problêmes suivans.

PREMIER PROBLÊME.

V. De ces quatre angles, deux côtés a et b et deux angles opposés A et B, trois étant donnés, déterminer le quatrième?

Solution. Ce problême en comprend deux, ou l'on demande A en a, b et B, ou a en b, A, B.

Le systême des équations (A) donne

$$\sin A = \frac{\sin a \sin B}{\sin b} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (a).$$

$$\sin a = \frac{\sin b \sin A}{\sin B} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (b).$$

Ces formules n'ont besoin d'aucune transformation pour l'application des logarithmes.

SECOND PROBLÊME.

VI. De ces quatre angles, trois côtés a, b, c, et un angle A, trois étant donnés, déterminer le quatrième.

Solution. Cette question en comprend trois,

1°. Déterminer A par a, b, c;
2°. a par b, c et A;
3°. b par a, c et A.

Par l'équation (1) du système (A), on a

$$\cos A = \frac{\cos a - \cos b \cos c}{\sin b \sin c};$$

d'où l'on tire

$$1 + \cos A = 2\left(\cos \frac{A}{2}\right)^2 = \frac{\cos a - \cos(b+c)}{\sin b \sin c}$$

$$= \frac{2 \sin \frac{(b+c-a)}{2} \sin \frac{b+c+a}{2}}{\sin b . \sin c},$$

$$1 - \cos A = 2\left(\sin \frac{A}{2}\right)^2 = \frac{\cos(b-c) - \cos a}{\sin b \sin c}$$

$$= \frac{2 \sin \frac{a-b+c}{2} \sin \frac{a+b-c}{2}}{\sin b . \sin c};$$

donc $$\operatorname{tang} \frac{A}{2} = \sqrt{\left(\frac{\sin \frac{a+b-c}{2} \sin \frac{a-b+c}{2}}{\sin \frac{b+c+a}{2} \sin \frac{b+c-a}{2}}\right)} \ldots (c).$$

équation qui détermine l'angle A par les trois côtés a, b et c.

M. Monge a donné pour ce cas une solution géométrique extrêmement simple et très-élégante; il eut la bonté de me l'envoyer en 1792 pour l'école d'hydrographie de Collioure et Port Vendres; elle sera facilement comprise des élèves de l'École Polytechnique; la fig. 3 étant construite ainsi qu'il est dit parag. III, en nommant x l'angle LGK des deux faces a et b, on aura

$$LF = 2 \sin \frac{x}{2} \quad GF = 2\, BG \sin \frac{x}{2} = 2 \sin a \sin \frac{x}{2}$$

$$= \sqrt{BF \times KF} = \sqrt{2 \sin a \times KF},$$

d'où l'on tire, $$\left(\sin \frac{x}{2}\right)^2 = \frac{KF}{2 \sin a}.$$

L'angle EKF égale la face b, donc dans le triangle EKF, on aura

$$\sin b : EF :: \sin KEF : KF = \frac{EF \sin KEF}{\sin b},$$

et par conséquent $$\left(\sin \frac{x}{2}\right)^2 = \frac{EF \sin KEF}{2 \sin a \sin b},$$

$$EF = 2 \sin . \text{arc} \frac{EF}{2} = 2 \sin\left(\frac{a+b+c-2a}{2}\right)$$

$$= 2 \sin\left(\frac{b+c-a}{2}\right),$$

$$\sin KEF = \sin \frac{IF}{2} = \sin\left(\frac{2c-(a+b+c-2a)}{2}\right)$$

$$\sin KEF = \sin\left(\frac{a+c-b}{2}\right);$$

substituant ces valeurs dans celle de $\left(\sin \frac{x}{2}\right)^2$, on a

$$\sin \frac{x}{2} = \sqrt{\left(\frac{\sin\left(\frac{b+c-a}{2}\right) \sin\left(\frac{a+c-b}{2}\right)}{\sin a \sin b}\right)},$$

Le triangle BGL donne

$$1 : 2\cos\frac{x}{2} :: BG : BL = 2\sin a\cos\frac{x}{2}.$$

$$BK = \frac{\overline{BL}^2}{BF} = 2\sin a\left(\cos\frac{x}{2}\right)^2.$$

Dans le triangle BKE, on a

$$\sin b : BE :: \sin BEK : BK = \frac{BE\sin BEK}{\sin b};$$

donc $$\left(\cos\frac{x}{2}\right)^2 = \frac{BE\sin BEK}{2\sin a\sin b},$$

$$BE = 2\sin\left(\frac{a+b+c}{2}\right)$$

$$\sin BEK = \sin\frac{BI}{2} = \sin\left(\frac{a+b+c-2c}{2}\right),$$

donc $$\cos\frac{x}{2} = \sqrt{\left(\frac{\sin\frac{a+b+c}{2}\sin\frac{a+b-c}{2}}{\sin a\sin b}\right)}.$$

Les valeurs de $\sin\frac{x}{2}$ et $\cos\frac{x}{2}$ donnent

$$\tang\frac{x}{2} = \sqrt{\left(\frac{\sin\frac{a+c-b}{2}\sin\frac{b+c-a}{2}}{\sin\frac{a+b+c}{2}\sin\frac{a+b-c}{2}}\right)}.$$

C'est de cette formule dont on fait usage pour réduire un angle à l'horison.

2°. Il s'agit de déterminer le côté a par l'angle A qui lui est opposé et par les deux côtés b et c.

La première des équations (B) donne

$$\cos a = \cos b\cos c + \sin b\sin c\cos A.$$

Soit fait, $\tang c\cos A = \tang\varphi$ .... (d),

on aura, $\sin c\cos A = \cos c\tang\varphi$;

donc $\cos a = \cos c(\cos b + \sin b\tang\varphi)$,

$$= \cos c\left(\frac{\cos b\cos\varphi + \sin b\sin\varphi}{\cos\varphi}\right)$$

$$\cos a = \frac{\cos c\cos(b-\varphi)}{\cos\varphi} \quad\text{.......................}\ (e).$$

3°. On demande le côté b au moyen des deux autres côtés a et c, et d'un angle A opposé à l'un de ces côtés.

L'équation (e) donne $$\cos(b-\varphi) = \frac{\cos a\cos\varphi}{\cos.c} \quad\text{.......}\ (f),$$

l'angle φ étant connu par l'équation (d), l'angle b le sera aussi.

L'équation (d) peut être mise sous la forme

$$\frac{1}{\tang\varphi}\cos A = \frac{1}{\tang.c}, \quad \text{ou } \cot.c = \cot\varphi.\cos A,$$

qui correspond à la quatrième des équations (E) (parag. IV), et qui indique que les deux côtés c et φ appartiennent à un triangle sphérique rectangle, dans lequel le côté c est opposé à l'angle droit, d'où l'on voit que la transformation employée pour la résolution des deux derniers cas, revient à la division du triangle sphérique en deux triangles rectangles, au moyen d'un arc φ mené par le sommet de l'angle B perpendiculairement sur le côté qui est opposé à cet angle.

TROISIÈME PROBLÊME.

VII. De ces quatre angles, deux côtés a et b, et deux angles A et C, trois étant donnés, trouver le quatrième?

Solution. Ce problême en renferme quatre, savoir:

Trouver, 1°. A par a, b, C;
2°. a par b, A, C;
3°. C par a, b, A;
4°. b par a, A, C.

Premier cas. La première des équations (D) (parag. III) donne

$$\cot A = \frac{\cot.a\sin b}{\sin.C} - \cot.C\cos b.$$

Pour la réduire en facteurs, on fera

$$\cot.a = \cos\varphi\cos C \quad\text{.........................}\ (g)$$

substituant cette valeur

$$\cot A = \cot . C (\cot \varphi \sin b - \cos b) = \frac{\cot C \sin (b - \varphi)}{\sin \varphi},$$

donc $$\cot . A = \frac{\cot . C \sin (b - \varphi)}{\sin \varphi} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (h).$$

Cette réduction revient à diviser le triangle en deux rectangles par une perpendiculaire abaissée du sommet de l'angle B sur le côté opposé b, et l'angle subsidiaire φ est le segment de ce côté adjacent à l'angle C.

Second cas. Déterminer a par b, A, C?

La première des équations (D) (parag. III) donne

$$\cot . a = \frac{\cot . A \sin C}{\sin b} + \cot . b \cos . C.$$

Pour la réduire en facteurs, soit fait

$$\cot . A = \cos b \operatorname{tang} . \varphi \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i).$$

Substituant on a

$$\cot . a = \cot b (\sin C \operatorname{tang} \varphi + \cos . C)$$

$$= \frac{\cot b}{\cos . \varphi} (\sin C \sin \varphi + \cos C \cos \varphi) = \frac{\cot b \cos (C - \varphi)}{\cos \varphi}$$

$$= \frac{\cot . b \cos (C - \varphi)}{\cos \varphi} = \cot . a \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (k).$$

Cette réduction revient encore à diviser le triangle en deux rectangles, en abaissant une perpendiculaire de l'angle C sur le côté c; car en nommant φ l'angle du plan de cette perpendiculaire avec le côté b opposé à l'angle droit, l'équation (i) correspond à la troisième des équations (E), (paragraphe IV), qui est $\cos a = \cot B \cot C$, et qu'on peut mettre sous la forme de l'équation (i), $\cos a \operatorname{tang} C = \cot B$.

Troisième cas. Déterminer C par a, b, A?

Ayant trouvé l'angle φ par l'équation (i), l'équation (h) donnera

$$\cos (C - \varphi) = \frac{\cot a \cos \varphi}{\cot . b} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (l).$$

Quatrième cas. Déterminer b par a, A, C?

Ayant trouvé l'angle subsidiaire φ par l'équation (g)......, $\cos \varphi = \frac{\cot a}{\cos C}$, l'équation (h) donnera

$$\sin (b - \varphi) = \frac{\cot . A \sin \varphi}{\cot . C} \ldots\ldots\ldots (m).$$

QUATRIEME PROBLÊME.

VIII. De ces quatre angles d'un triangle sphérique, les trois angles A, B, C et un côté a, trois étant donnés, trouver le quatrième?

Premier cas. Déterminer a par A, B, C?

Nommant A', B', C' les angles du triangle supplémentaire, et a', b', c' les côtés opposés à ces angles, on aura

$$A' = 180° - a \quad B' = 180° - b \quad C' = 180° - c.$$
$$a' = 180° - A \quad b' = 180° - B \quad c' = 180° - C.$$

Par l'équation (c) du paragraphe (VI), on a

$$\operatorname{tang} . \frac{A'}{2} = \sqrt{\left\{ \frac{\sin \frac{a' + b' - c'}{2} \sin \frac{a' - b' + c'}{2}}{\sin \frac{a' + b' + c'}{2} \sin \frac{b' + c' - a'}{2}} \right\}};$$

cette équation se transforme en celle-ci

$$\cot . \frac{a}{2} = \sqrt{\left\{ \frac{\cos \frac{A + B - C}{2} \sin \frac{A - B + C}{2}}{-\cos \frac{A + B + C}{2} \cos \frac{B + C - A}{2}} \right\}}.$$

Second cas. Déterminer A par a, B, C?

Les équations (d) et (e), appliquées au triangle supplémentaire, deviennent

$$\operatorname{tang} . c' \cos A' = \operatorname{tang} \varphi', \quad \cos a' = \frac{\cos . c' \cos (b' - \varphi')}{\cos \varphi'},$$

faisant $\varphi' = 90° - \varphi$, ces deux équations deviennent

$$\operatorname{tang} C \cos a = \cot . \varphi \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (o).$$

$$\cos A = \frac{\cos C \sin (B-\varphi)}{\sin \varphi} \ldots\ldots\ldots\ldots (p).$$

Troisième cas. Déterminer B par a, A, C?

Ayant trouvé φ par l'équation (o), l'équation (p) donnera

$$\sin (B-\varphi) = \frac{\cos A \sin \varphi}{\cos . C} \ldots\ldots\ldots\ldots (q).$$

De la résolution d'un triangle sphérique dont on connoît les trois côtés, en supposant ces côtés très-petits par rapport au rayon de la sphère sur laquelle on les a mesurés.

IX. Lorsque les longueurs des côtés des triangles sphériques sont très-petites par rapport au rayon de la sphère, les tables trigonométriques n'offrent plus une précision suffisante pour le calcul des angles et des côtés; il est nécessaire dans ce cas d'avoir recours à une solution telle qu'on puisse estimer les différentes parties du triangle à une quantité de l'ordre $\frac{1}{r^n}$, r étant le rayon de la sphère, et n un nombre entier d'autant plus grand, que l'approximation est plus exacte; pour arriver à cette solution, qu'on reprenne l'équation (1) du paragraphe (III)

$$\cos A = \frac{\cos a - \cos b \cos c}{\sin b \sin c}.$$

Soient α, β, γ les longueurs des côtés mesurés sur la sphère du rayon r, les côtés a, b, c deviendront $\frac{\alpha}{r}$, $\frac{\beta}{r}$, $\frac{\gamma}{r}$, et l'équation précédente se changera en celle-ci

$$\cos A = \frac{\cos \frac{\alpha}{r} - \cos \frac{\beta}{r} \cos \frac{\gamma}{r}}{\sin \frac{\beta}{r} . \sin \frac{\gamma}{r}}.$$

Les développemens connus pour $\sin x$ et $\cos x$ donnent

$$\sin x = x - \frac{x^3}{1.2.3} + \frac{x^5}{1.2.3.4.5} - \text{etc.}$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{1.2} + \frac{x^4}{1.2.3.4} - \text{etc.}$$

Faisant successivement $x = \frac{\alpha}{r}$, $x = \frac{\beta}{r}$; $x = \frac{\gamma}{r}$, et négligeant les quantités au-dessous de l'ordre $\frac{1}{r^4}$, on aura

$$\cos \frac{\alpha}{r} = 1 - \frac{\alpha^2}{2r^2} + \frac{\alpha^4}{2.3.4 r^4}$$

$$\cos \frac{\beta}{r} = 1 - \frac{\beta^2}{2r^2} + \frac{\beta^4}{2.3.4 r^4}; \quad \sin \frac{\beta}{r} = \frac{\beta}{r} - \frac{\beta^3}{2.3 r^3}$$

$$\cos \frac{\gamma}{r} = 1 - \frac{\gamma^2}{2r^2} + \frac{\gamma^4}{2.3.4 r^4}; \quad \sin \frac{\gamma}{r} = \frac{\gamma}{r} - \frac{\gamma^3}{2.3 r^3}.$$

Substituant ces valeurs, effectuant les produits en négligeant les termes au-dessous de l'ordre $\frac{1}{r^4}$, on a

$$\cos A = \frac{\frac{\beta^2+\gamma^2-\alpha^2}{2} + \frac{\alpha^4-\beta^4-\gamma^4}{2.3.4r^2} - \frac{\beta^2\gamma^2}{4r^2}}{\beta\gamma\left(1 - \frac{(\beta^2+\gamma^2)}{2.3r^2}\right)};$$

or $\frac{1}{1 - \frac{(\beta^2+\gamma^2)}{2.3r^2}}$ donne (en effectuant la division) pour quotient approché jusqu'à la quantité au-dessous de $\frac{1}{r^4}$, $1 + \frac{\beta^2+\gamma^2}{2.3r^2} - \frac{(\beta^2+\gamma^2)}{4.9.r^4}$. Substituant au lieu du facteur ce quotient, on a

$$\cos A = \frac{\frac{\beta^2+\gamma^2-\alpha^2}{2} + \frac{\alpha^4+\beta^4-\gamma^4}{2.3.4r^2} - \frac{\beta^2\gamma^2}{4r^2} + \frac{(\beta^2+\gamma^2)(\beta^2+\gamma^2-\alpha^2)}{4.3r^2} \quad \frac{(\beta^2+\gamma^2)^2(\beta^2+\gamma^2-\alpha^2)}{2.4.9r^4}}{\beta\gamma}$$

négligeant le terme divisé par r^4,

$$\cos A = \frac{\beta^2+\gamma^2-\alpha^2}{2\beta\gamma} + \frac{\alpha^4+\beta^4+\gamma^4-2\alpha^2\beta^2-2\alpha^2\gamma^2-2\beta^2\gamma^2}{2.3.4\beta\gamma r^2}.$$

Si on suppose le rayon r infini, ou $\frac{1}{r} = 0$, la surface sphérique se transforme en un plan, et le triangle sphérique en un triangle rectiligne qui a les mêmes côtés α, 6, γ; nommant A' l'angle de ce triangle rectiligne, opposé au côté α, on a par la géométrie élémentaire

$$\cos A' = \frac{6^2 + \gamma^2 - \alpha^2}{2 6\gamma},$$

et de là

$$\sin A'^2 = \frac{2\alpha^2 6^2 + 2\alpha^2\gamma^2 + 2 6^2\gamma^2 - \alpha^4 - 6^4 - \gamma^4}{4 6^2 \gamma^2};$$

donc $$\cos A = \cos A' - \frac{6\gamma \sin A'^2}{2.3\, r^2}:$$

or $\frac{6\gamma \sin A'}{2}$ est l'aire du triangle rectiligne, la nommant θ, on aura

$$\cos A = \cos A' - \frac{\theta \sin A'}{3 r^2},$$

$$\cos\left(A' + \frac{\theta}{3r^2}\right) = \cos A' \cos\frac{\theta}{3r^2} - \sin A' \sin\frac{\theta}{3r^2};$$

en négligeant les quantités de l'ordre $\frac{1}{r^4}$, on a..........

$$\cos\frac{\theta}{3r^2} = 1,\ \sin\frac{\theta}{3r^2} = \frac{\theta}{3r^2}.$$

donc $$\cos\left(A' + \frac{\theta}{3r^2}\right) = \cos A' - \frac{\theta \sin A'}{3r^2} = \cos A;$$

d'où il suit qu'on a $A = A' + \frac{\theta}{3r^2}$; on a par la même raison $B = B' + \frac{\theta}{3r^2}$, $C = C' + \frac{\theta}{3r^2}$, puisque la quantité θ est une fonction symétrique des trois côtés α, 6, γ.

Ajoutant ces trois dernières équations, elles donnent...... $A + B + C = A' + B' + C' + \frac{\theta}{r^2}$; mais $A + B + C =$ deux droits $= 2D$; donc $\theta = r^2(A + B + C - 2D)$; or le second membre de cette équation est l'expression de la surface du triangle sphérique (parag. I), donc en négligeant les quantités de l'ordre $\frac{1}{r^4}$, l'aire du triangle rectiligne est égale à celle du triangle sphérique; et l'une peut être prise par l'autre, sans qu'on ait à craindre une erreur sensible, lorsque r est très-grand par rapport aux côtés du triangle.

Théorème de M. Legendre.

(*Voyez* sa Géométrie, 6ᵉ. édition, pag. 416.)

X. Etant proposé un triangle sphérique dont les côtés sont très-petits par rapport au rayon de la sphère, si de chacun de ses angles on retranche le tiers de l'excès de la somme des trois angles sur deux droits, les angles ainsi diminués pourront être pris pour les angles d'un triangle rectiligne, dont les côtés sont égaux en longueur à ceux du triangle sphérique; *ou en d'autres termes*, le triangle sphérique très-peu courbe, dont les angles sont A, B, C, et les côtés opposés a, b, c, répond toujours à un triangle rectiligne équivalent en surface, et qui a les côtés de même longueur a, b, c, et dont les angles opposés sont

$$A - \frac{1}{3}\varepsilon, \quad B - \frac{1}{3}\varepsilon, \quad C - \frac{1}{3}\zeta,$$

ε étant l'excès de la somme des angles du triangle sphérique proposé sur deux angles droits.

Démonstration. Les angles du triangle rectiligne ayant été désignés par les lettres A', B', C', on a les équations

$$A' = A - \frac{\theta}{3r^2}, \quad B' = B - \frac{\theta}{3r^2}, \quad C' = C - \frac{\theta}{3r^2}.$$

Or $\frac{\theta}{r^2} = A + B + C - 2D$, etc.

Ce théorême a été donné par M. Legendre, en 1787.

De l'usage du Théorême de M. Legendre, pour la mesure du méridien terrestre.

Le plan d'un *méridien céleste*, pour un lieu donné de la terre, passe par la verticale de ce lieu et l'axe du monde; le *méridien terrestre* pour le même lieu, passe aussi par la verticale de ce

lieu ; mais les normales à la surface de la terre, menées par tous les points de cette ligne, doivent être parallèles au plan du méridien céleste : cette condition en détermine la forme et la position.

Le méridien mesuré, c'est-à-dire la ligne qu'on regarde comme le méridien terrestre d'un lieu quelconque, tel que Paris, touche ce méridien en ce même lieu ; la propriété caractéristique de cette ligne *est d'être la plus courte entre deux quelconques de ses points*; cette propriété est une conséquence des opérations géodésiques d'après lesquelles on la mesure. En effet, à partir du point du méridien d'un lieu déterminé, on trace un premier triangle sur l'horison de ce lieu ; par le côté de ce triangle opposé au point de départ, on mène un second plan tangent à la surface de la terre, dans lequel on trace un second triangle qui sert à en construire un troisième en suivant le même procédé; or, le méridien *mesuré*, après avoir touché le véritable méridien du lieu du départ, s'infléchit de telle manière dans les plans de deux triangles consécutifs, qu'elle forme avec le côté commun à ces deux triangles, des angles égaux ; d'où il suit qu'en rapportant tous les triangles sur le plan du premier, ce qui s'exécute en faisant tourner l'un quelconque d'entre eux autour du côté qui lui est commun avec le précédent, le contour du méridien mesuré, se confond sur ce développement avec la droite tangente au méridien terrestre du lieu du départ ; donc il est la ligne la plus courte entre deux quelconques de ses points, par la même raison que la ligne la plus courte tracée sur une surface développable entre deux points quelconques, devient une ligne droite dans le développement de cette surface.

Pour calculer la longueur du méridien au moyen des triangles rectilignes tracés dans les plans tangens à la surface de la terre, il est clair que le contour de ce méridien doit être compris dans la zone terrestre qui a pour limite la chaîne des triangles; mais ces triangles ne sont pas donnés directement: l'aire de chacun d'eux est égale à celle d'un triangle curviligne dont les angles ont été réduits à l'horison, et dont les côtés sont calculés comme des portions de grands cercles d'une sphère qui a pour rayon *le rayon de courbure* de la portion de surface terrestre que ce triangle occupe, portion qu'on suppose assez petite pour qu'on puisse négliger le changement de courbure dans ses différens points; d'où l'on voit que la mesure géodésique d'un arc de méridien terrestre suppose qu'on sache convertir un triangle sphérique dont les côtés sont très-petits en un triangle rectiligne ayant même surface et des côtés de même longueur, ce qui se fait, au moyen du théorême de M. Legendre, de la manière la plus simple et la plus élégante.

MÉCANIQUE.

Sur le mouvement d'un fluide pesant, incompressible et homogène, qui s'écoule d'un vase par un orifice horisontal, en admettant l'hypothèse du parallélisme des tranches horisontales.

Par M. Poisson.

Représentons par x la distance CP (fig. 4) d'une section quelconque NPM du vase à un point fixe C, et par y l'aire de cette section qui sera une fonction de x dépendante de la figure du vase. Il est évident que la pression que le fluide exerce sur la section NPM à un instant quelconque, et la vîtesse de la tranche fluide qui passe au même instant par la section NPM, sont deux fonctions de x et du tems t qui s'est écoulé depuis l'origine du mouvement jusqu'à l'instant que l'on considère. Nous désignerons ces deux fonctions par p et v, et le problême consiste à en trouver les valeurs, ou du moins les équations d'où ces valeurs dépendent.

Pour le résoudre, concevons le fluide divisé en tranches horisontales infiniment minces; appelons y' et v' la base et la vîtesse de la première tranche; y'' et v'' la base et la vîtesse de la seconde, etc.; soient dx l'épaisseur commune de toutes ces tranches, g la pesanteur, et prenons la densité du fluide pour unité. Les forces motrices appliquées à ces différentes tranches seront $gy'dx$, $gy''dx$, etc., et celles qui auront réellement lieu seront $\frac{dv'}{dt}\cdot y'dx$, $\frac{dv''}{dt}\cdot y''dx$, etc.; donc, en vertu du principe de d'Alembert, le fluide doit rester en équilibre, si l'on applique à la première tranche la force $\left(g-\frac{dv'}{dt}\right)\cdot y'dx$; à la seconde, la force $\left(g-\frac{dv''}{dt}\right)\cdot y''dx$, etc. Cela posé, examinons comment, dans cet état d'équilibre, la pression se transmet d'une tranche à une autre.

La première tranche exerce directement sur la seconde une pression $\left(g-\frac{dv'}{dt}\right)\cdot y'dx$; cette pression se transmet à travers la seconde tranche sur la troisième, et d'après la propriété des fluides, pour avoir la pression transmise, il faut multiplier par le rapport $\frac{y''}{y'}$ des surfaces pressées; ainsi la première tranche

exerce sur la troisième une pression $\left(g-\frac{dv'}{dt}\right).y''dx$. La pression de la seconde tranche sur la troisième est $\left(g-\frac{dv''}{dt}\right).y''dx$; la pression totale que supporte la troisième tranche est donc $\left(2g-\frac{dv'}{dt}-\frac{dv''}{dt}\right).y''dx$. Cette pression se transmet sur la quatrième tranche à travers la troisième, et en la multipliant par le rapport $\frac{y'''}{y''}$ des surfaces pressées, elle devient............ $\left(2g-\frac{dv'}{dt}-\frac{dv''}{dt}\right).y'''dx$; en y ajoutant la pression directe de la troisième tranche sur la quatrième, savoir: $\left(g-\frac{dv'''}{dt}\right).y'''dx$, on a pour la pression totale que supporte la quatrième tranche, $\left(3g-\frac{dv'}{dt}-\frac{dv''}{dt}-\frac{dv'''}{dt}\right).y'''dx$. On trouveroit de même que la pression totale supportée par la cinquième tranche est $\left(4g-\frac{dv'}{dt}-\frac{dv''}{dt}-\frac{dv'''}{dt}-\frac{dv^{\text{IV}}}{dt}\right).y''dx$, et ainsi de suite.

Il est facile de voir maintenant que la pression p que le fluide exerce sur la section quelconque NPM, est égale à $gyx'-y\int\frac{dv}{dt}.dx$, x' désignant la distance de cette section à la surface AEB du fluide, et l'intégrale $\int\frac{dv}{dt}dx$ devant être prise depuis $x=CE$ jusqu'à $x=CP$. On doit ajouter à cette pression la quantité Ay, si l'on veut tenir compte de la pression de l'atmosphère, A désignant cette pression sur l'unité de surface, et l'on aura

$$p=Ay+gx'y-y\int\frac{dv}{dt}dx.$$

Le fluide étant supposé incompressible, les vîtesses des différentes tranches sont réciproques aux largeurs de ces tranches; on aura donc

$$v=\frac{ku}{y},$$

en appelant u la vîtesse du fluide à l'orifice ab du vase, et k l'aire de cet orifice.

Pour obtenir la force accélératrice $\frac{dv}{dt}$, il faut différentier la valeur de v, par rapport à t et à x; car cette force accélératrice est la différence des deux vîtesses consécutives d'une même tranche divisée par dt; or cette tranche ayant changé de place pendant l'instant dt, x doit être considérée comme fonction de t. Si l'on différentioit v seulement par rapport à t, on aurait la différence entre les vîtesses de deux tranches consécutives qui correspondent successivement à la section NPM. Différentiant donc la valeur de v par rapport à t et à u, et observant que u n'est fonction que de t, et y de x, on aura

$$\frac{dv}{dt}=\frac{k}{y}.\frac{du}{dt}-\frac{uk}{y^2}.\frac{dy}{dx}.\frac{dx}{dt},$$

et par conséquent

$$\int\frac{dv}{dt}dx=k\frac{du}{dt}.\int\frac{dx}{y}-uk\int\frac{dy}{y^2}.\frac{dx}{dt},$$

à cause que u et $\frac{du}{dt}$ peuvent être mis hors du signe intégral qui est relatif à x. Mettant pour $\frac{dx}{dt}$ la valeur ci-dessus de v, il viendra

$$\int\frac{dy}{y^2}.\frac{dx}{dt}=uk.\int\frac{dy}{y^3}=-\frac{uk}{2y^2}+\frac{uk}{2c^2},$$

$$\int\frac{dv}{dt}.dx=k\frac{du}{dt}.\int\frac{du}{y}+\frac{u^2k^2}{2y^2}-\frac{u^2k^2}{2c^2};$$

c désignant l'aire de la surface AEB du fluide.

La valeur trouvée pour p devient donc

$$p=Ay+gx'y-yk\frac{du}{dt}.\int\frac{dx}{y}-\frac{u^2k^2}{2y}+\frac{u^2k^2}{2c^2}.y\ldots(1);$$

et comme la pression à l'orifice ab doit être égale à Ak, on aura, toute réduction faite,

$$0=gh-k\frac{du}{dt}.N-\frac{u^2}{2}+\frac{u^2k^2}{2c^2}\ldots\ldots\ldots\ldots(2).$$

En représentant par h la hauteur Ea du fluide, et par N l'intégrale $\int \frac{dx}{y}$ prise depuis $x = CE$ jusqu'à $x = Ca$, intégrale qui sera donnée en fonction de h, quand y sera donnée en fonction de x.

Quand le fluide du vase sera entretenu à la même hauteur, c'est-à-dire, quand le niveau AEB sera constant; h sera une constante donnée et par conséquent N et c seront aussi des quantités constantes. Dans ce cas il sera facile d'intégrer l'équation (2), ce qui donnera la valeur de u en fonction de t. Les équations (1) et $v = \frac{ku}{y}$, feront ensuite connoître les valeurs de la pression et de la vitesse en un endroit quelconque du vase, et le problème sera complettement résolu. Si le vase n'est point entretenu à la même hauteur, le niveau AEB du fluide baissera; h sera une fonction inconnue de t, et c et N seront toujours des fonctions données de h. Il faudra donc alors une équation de plus que dans le cas précédent pour résoudre le problème. On la trouvera en observant que l'équation $v = \frac{ku}{y}$ devient à la surface AEB du fluide $\frac{dh}{dt} = \frac{ku}{c}$. Cette équation et l'équation (2) serviront à déterminer h et u; mais le plus souvent ces équations ne seront point intégrables par les moyens connus. Au reste, quand on aura les valeurs de h et de u, les équations $v = \frac{ku}{y}$ et (1) donneront celles de v et p, sans nouvelles difficultés.

Lorsque l'orifice ab est très-petit, de sorte qu'on puisse négliger les termes multipliés par k dans l'équation (2), elle se réduit à

$$o = 2gh - u^2.$$

D'où l'on conclut le théorême connu, que la *vitesse du fluide à l'orifice est égale à la vitesse due à la hauteur du niveau au-dessus de l'orifice*, c'est-à-dire, égale à $\sqrt{2gh}$. Mais il est bon d'observer que le fluide ne prend pas instantanément cette vitesse finie; il y parvient dans un tems d'autant plus court que l'orifice ab est plus petit. Pour le faire voir, supposons le niveau constant et intégrons l'équation (2) dans cette hypothèse.

On tire de cette équation,

$$dt = \frac{2kN\,du}{2gh - u^2\left(1 - \frac{k^2}{c^2}\right)}$$

$$= \frac{kN}{\sqrt{2gh}}\left(\frac{du}{\sqrt{2gh} + u\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}} + \frac{du}{\sqrt{2gh} - u\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}}\right);$$

intégrant, on a

$$t = \frac{kN}{\sqrt{2gh}\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}}.\log.\frac{\sqrt{2gh} + \sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}}{\sqrt{2gh} - u\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}} + \text{const.}$$

la constante arbitraire est nulle, parce que le fluide partant du repos, on doit avoir à-la-fois $t = o$, $u = o$; on aura donc en passant des logarithmes aux nombres

$$\sqrt{2gh} - u\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}} = \left(\sqrt{2gh} + u\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}\right).e^{-\frac{t\sqrt{2gh}.\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}}{ku}}.$$

Or quand t est zéro, l'exposant $\frac{t\sqrt{2gh}.\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}}{ku}$ est aussi nul; mais k étant fort petit, cet exposant acquerra une valeur très-grande au bout d'un tems très-court; alors le second membre de l'équation précédente sera à très-peu-près égal à zéro, et l'on aura $u = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \frac{k^2}{c^2}}}$ ou plus simplement $u = \sqrt{2gh}$, en négligeant la fraction $\frac{k^2}{c^2}$.

Supposons, par exemple (afin de montrer avec quelle rapidité

le second membre de l'équation précédente décroît), que le vase soit un cylindre vertical terminé par un fond quelconque dont la hauteur soit extrêmement petite relativement à celle du cylindre; de sorte qu'on ait à très-peu-près $\int \frac{dx}{y} = N = \frac{h}{c}$. L'exponentielle du second membre de l'équation précédente deviendra $e^{-\sqrt{\frac{2gt^2}{h}} \cdot \frac{c}{k} \cdot \sqrt{1-\frac{k^2}{c^2}}}$, et au bout d'un tems égal à celui de la chûte de la hauteur h, cette quantité sera égale à $e^{-\frac{2c}{k} \cdot \sqrt{1-\frac{k^2}{c^2}}}$; en sorte que si k est seulement le huitième de c, on trouvera, en faisant le calcul numérique, que cette quantité est au-dessous de 0,0000001. On voit donc clairement que la vitesse du fluide à l'orifice n'atteint jamais rigoureusement sa valeur *maximum*, mais qu'elle en diffère d'une quantité insensible au bout d'un tems qui sera d'autant plus court, que l'orifice et la hauteur du fluide seront plus petits.

Note sur l'article précédent, relatif à l'écoulement des fluides par un orifice horisontal. Par M. Hachette.

La considération du tems qu'un fluide qui s'écoule par un orifice, met à acquerir le *maximum* de vitesse due à la hauteur de la chûte, avoit été négligée par la plupart des géomètres qui s'étoient occupés d'hydrodynamique. C'est en observant le mouvement naissant d'un fluide, l'accroissement de vitesse de ce fluide depuis l'état de repos jusqu'au *maximum* dû à la hauteur de la chûte, que le célèbre Montgolfier a conçu cette belle machine hydraulique, connue sous le nom de *bélier hydraulique*, que nous avons décrite dans cette Correspondance (pag. 32). L'objet du mécanisme est d'obtenir dans un tuyau horisontal une colonne d'eau qui soit alternativement en repos et en mouvement; deux soupapes remplissant cet objet; la colonne d'eau active perd, en fermant une soupape, son mouvement, parce qu'elle le communique à l'eau ascendante; après cette communication, la soupape cesse d'être fermée, et celle qui termine le tuyau de l'eau ascendante se ferme à son tour; la colonne d'eau horisontale reprend, en s'écoulant, son activité, mais en un tems fini qui permet le renouvellement du jeu des soupapes. D'après le calcul de M. Poisson, la colonne active acquiert une vitesse, qui approche en un tems très-court de la vitesse vers laquelle elle converge, et qu'à la rigueur elle n'atteint jamais.

GÉOMÉTRIE.

Sur la théorie des ombres et de la perspective; sur les points brillans des surfaces courbes.

Par MM. Monge et Hachette.

La théorie des ombres et de la perspective repose sur la connoissance d'un certain genre de surfaces qu'on a nommées *surfaces développables*; M. Monge a donné en 1775 un mémoire sur cette théorie; il a considéré le cas le plus général, celui où le corps lumineux et le corps opaque sont étendus dans les trois dimensions, et il a déterminé dans cette hypothèse l'ombre et la pénombre du corps opaque; les résultats auxquels il est arrivé sont purement analytiques et ne sont pas de nature à être appliqués directement aux arts du dessin; chargés d'enseigner à l'École Polytechnique l'application de la géométrie descriptive à la détermination des ombres et à la perspective linéaire, nous avons cherché à simplifier la méthode générale pour les cas particuliers qui se présentent le plus ordinairement; les surfaces les plus usitées dans les arts sont ou de révolution ou développables, ou n'étant pas développables, elles peuvent avoir la ligne droite pour génératrice; c'est principalement pour ces surfaces que nous avons cherché des constructions géométriques à l'aide desquelles on puisse trouver facilement leurs contours apparens et leurs lignes de séparation d'ombre et de lumière.

La théorie générale des ombres, telle que M. Monge l'a exposée dans le mémoire qui a été cité, admet que le corps lumineux occupe un certain espace, et qu'il est par conséquent terminé par une surface courbe donnée; dans les dessins à l'usage des artistes et des ingénieurs, on suppose le corps éclairant réduit à un point d'où tous les rayons lumineux partent comme d'un foyer; lorsque ce point est à une grande distance des corps éclairés, les rayons lumineux sont considérés comme parallèles entre eux; c'est ce qui a lieu par rapport au soleil qui éclaire la terre par des rayons sensiblement parallèles; cette hypothèse des rayons lumineux partant d'un point ou parallèles entre eux, ramène la théorie des ombres à celle de la perspective et se réduit à trouver la courbe de contact d'une surface conique dont le sommet est connu, avec une surface courbe donnée; c'est la solution de ce problème pour plusieurs cas particuliers que nous allons exposer.

De la perspective linéaire des solides.

Quelle que soit la position d'un corps opaque par rapport à l'œil d'un spectateur, toutes ses parties ne sont pas vues en même tems; les lignes qui séparent sur le corps sa partie visible de celle qui ne l'est pas, forment un contour que l'on nomme *contour apparent.*

La perspective d'un corps est une figure composée de la perspective des faces du corps que l'œil d'un spectateur supposé immobile peut appercevoir : elle a pour limite la perspective du contour apparent; or, pour mettre une quelconque des faces du corps en perspective, il faut construire la perspective des lignes d'intersection de cette face avec les faces qui lui sont adjacentes, donc la perspective d'un corps ou solide quelconque, est une figure composée : 1°. de la perspective des arètes qui terminent les faces visibles du solide; 2°. de la perspective du contour apparent de ce solide.

Le solide *original* (1) étant connu, les arètes de ses faces visibles le sont aussi, mais le contour apparent n'est pas donné directement, il dépend de la position de l'œil par rapport aux surfaces qui terminent le solide; si on conçoit la surface conique qui a son sommet dans l'œil du spectateur et qui enveloppe le solide en le touchant, la courbe de contact des différentes faces du solide avec la surface conique, est le contour apparent.

De la construction du contour apparent sur une surface courbe quelconque.

La position de l'œil du spectateur par rapport à la surface, étant connue, on fait passer par ce point une suite de plans qui coupent la surface suivant certaines lignes; on mène par l'œil des tangentes à chacune de ces lignes, et on détermine les points de tangence; la courbe, lieu géométrique de ces points, est le contour apparent de la surface courbe donnée.

Il est facile de voir que sur une sphère, le contour apparent est un petit cercle dont le plan est perpendiculaire à la droite qui joint le centre de la sphère et l'œil du spectateur; sur un cône et sur un cylindre, il est formé d'autant de lignes droites qu'on peut mener par l'œil de plans tangens à l'une ou l'autre de ces surfaces, et en général le contour apparent d'une surface

---

(1) Je désigne par ce mot le solide qu'il s'agit de mettre en perspective; il est employé dans la plupart des traités de perspective.

développable se compose d'un système de lignes droites dont le nombre et la position dépendent de la nature de la surface.

Du contour apparent sur une surface courbe quelconque considérée comme enveloppe de l'espace que parcourt une surface mobile.

Lorsqu'on fait mouvoir une surface constante ou variable de forme, l'espace qu'elle parcourt est circonscrit par une autre surface, qu'en général on appelle *surface enveloppe*, parce qu'en effet elle enveloppe la surface mobile dans toutes ses positions; considérant la surface mobile dans une position quelconque, si elle prend une position qui en diffère infiniment peu, on aura une nouvelle surface très-peu différente de la première par la forme et la position, et qui coupera celle-ci dans une certaine courbe; cette courbe sera la ligne de contact de deux enveloppées consécutives entre elles et avec leur enveloppe; à une autre position de la surface mobile, correspond une autre ligne de contact, la surface *enveloppe* est le lieu de toutes ces lignes.

Une surface est définie, lorsque pour chacun de ses points on donne la ligne génératrice qui y correspond, et son contour apparent peut se construire d'après ces données, mais il est avantageux de considérer cette surface comme une enveloppe, lorsque le contour apparent de la surface mobile, qui est la génératrice de l'enveloppe, est une ligne facile à construire. Soit, par exemple, une surface engendrée par un cercle mobile de rayon constant, dont le centre décrit une courbe quelconque, et dont le plan est constamment perpendiculaire à cette courbe; en la considérant comme l'enveloppe de l'espace parcouru par une sphère qui a pour grand cercle le cercle mobile, les contours apparens sur les sphères enveloppées, sont des petits cercles de ces sphères, la ligne de contact de chaque sphère avec l'enveloppe est un grand cercle perpendiculaire à la courbe que son centre parcourt, l'intersection de ce grand cercle avec le petit cercle du contour apparent détermine deux points du contour apparent de l'enveloppe; il en seroit de même pour deux autres points qu'on trouveroit encore par l'intersection de deux cercles; et d'après la méthode générale, la recherche d'un point quelconque de ce contour exigeroit la construction d'une courbe plane, et d'une tangente à cette courbe par un point donné dans son plan.

Les surfaces de révolution sont dans le même cas que la surface *enveloppe* ou *canal*, dont il vient d'être question; on peut les considérer comme l'enveloppe de l'espace que parcourt une sphère, un cône ou un cylindre; et sur chacune de ces surfaces, le contour apparent est une ligne droite ou un cercle.

Une surface de révolution est l'enveloppe de l'espace que parcourt une sphère de rayon variable; en effet, si l'on conçoit la courbe génératrice de la surface dans l'un des méridiens, et les normales à cette courbe comprises entre la courbe et l'axe de révolution, la sphère qui a pour centre le point ou une normale quelconque coupe l'axe, et pour rayon la partie de cette normale comprise entre ce point et la courbe, elle sera successivement touchée par la surface de révolution suivant le cercle de cette surface qui correspond à l'extrémité de la normale, donc si l'on fait mouvoir une sphère de telle manière que son centre parcourt l'axe de révolution, et que son rayon varie comme la partie de la normale à la courbe génératrice comprise entre cette courbe et l'axe, la sphère mobile engendre par ses intersections successives la surface de révolution.

La surface de révolution peut aussi être considérée comme l'enveloppe que parcourt un cône droit dont le sommet se meut sur l'axe de révolution, et dont le côté s'applique successivement sur les tangentes à la courbe génératrice située dans un plan méridien; un cylindre mobile et constant de forme peut aussi par ses intersections successives engendrer une surface de révolution donnée; en effet, si l'on conçoit la courbe génératrice dans un plan méridien quelconque, le cylindre qui a pour base cette courbe et pour droite génératrice une perpendiculaire au plan du méridien, touchera évidemment la surface de révolution suivant la courbe méridienne. Passant d'une courbe méridienne à une autre infiniment voisine, on aura un nouveau cylindre de même forme et tangent à la surface de révolution, donc cette surface est l'enveloppe de l'espace que parcourt ce cylindre qui a successivement pour base la courbe méridienne et pour arètes des droites perpendiculaires au plan de cette courbe.

De ces trois manières de considérer la surface de révolution comme enveloppe, on en déduit trois solutions différentes de ce problème; « trouver la courbe de contact d'une surface de révolution avec une surface conique qui a son sommet en un point donné. » Les deux premières méthodes supposent qu'on sache mener des tangentes à la courbe génératrice par des points pris sur cette courbe; la troisième méthode est moins simple, en ce qu'elle oblige à mener des tangentes aux courbes méridiennes par des points pris hors ces courbes.

Nous avons appliqué ces méthodes à la solution de ce problème de géométrie: « par une droite donnée hors d'une surface de révolution, mener un plan tangent à cette surface? » Ayant pris sur la droite deux points quelconques, on les considère comme les sommets de deux cônes qui enveloppent la surface donnée, on

détermine les cercles de contact de ces cônes, et leurs intersections sont les points de contact de la surface de révolution avec le plan demandé; l'un de ces cônes peut devenir un cylindre dont les arètes sont parallèles à la droite donnée; la courbe de contact de ce cylindre se construit comme celle d'un des cônes qui a son sommet sur la droite donnée.

La perspective d'un piedouche a été construite d'après les mêmes méthodes pour l'usage de l'Ecole Polytechnique; la courbe du contour apparent a un point de rebroussement; la raison physique de cet accident est que l'une des tangentes du contour apparent passe par l'œil du spectateur, ce qui n'a pas lieu dans le contour apparent de la sphère, par exemple, car ce contour étant sur le plan d'un petit cercle, il faudroit que l'œil fût dans ce plan pour être rencontré par l'une des tangentes du petit cercle, ce qui est impossible.

Les opérations graphiques qui déterminent les projections de la courbe de contact de la surface de révolution avec un cône qui lui est circonscrit, sont faciles à comprendre; ayant coupé la surface de révolution par un plan quelconque perpendiculaire à son axe, on détermine le cône droit tangent ou la sphère normale suivant le cercle contenu dans le plan; le sommet du cône donné hors la surface étant considéré comme l'œil d'un spectateur, on cherche le contour apparent sur le cône droit et sur la sphère; le premier est le système de deux droites, le second est un petit cercle de la sphère, l'intersection de ce contour apparent avec le cercle de la surface de révolution, donne des points de la courbe de contact de cette surface avec le cône qui lui est circonscrit.

Pour faire usage de la troisième méthode, il faut projetter le sommet du cône circonscrit à la surface de révolution sur chacun des plans méridiens et même par ces projections des tangentes aux courbes méridiennes, les points de contact appartiennent à la courbe cherchée.

En construisant les contours apparens sur les surfaces de révolution, il faut éviter les lignes qui se coupent trop obliquement; c'est d'après cette considération qu'on se détermine dans le choix de la méthode qu'il convient d'employer pour résoudre le problème proposé; celle qui conduit aux résultats graphiques les plus exacts, doit être préférée.

La plupart des auteurs de perspective ont dû s'occuper des surfaces de révolution; car c'est principalement pour mettre en perspective l'architecture, qu'on étudie leurs ouvrages; or, les différentes parties d'un ordre sont ou planes, ou cylindriques,

ou déterminées par des surfaces de révolution, il falloit donc indiquer un moyen de mettre ces dernières surfaces en perspective par une méthode pratique de facile exécution; ils ont imaginé les surfaces de révolution coupées suivant des cercles par des plans perpendiculaires à leurs axes; ils ont mis chacun de ces cercles en perspective; enfin ils ont tracé une ligne tangente aux perspectives de ces cercles.

La solution considérée en géométrie est rigoureuse, mais on conçoit qu'il est bien difficile de tracer une courbe par la seule condition d'être tangente à d'autres courbes données, et combien les méthodes précédentes sont préférables, puisqu'elles donnent les points mêmes du contour apparent; il est vrai qu'il y a des méthodes pratiques très-bonnes et très-courtes de mettre des cercles en perspective; en ne construisant d'ailleurs que les portions de perspectives des cercles, qui doivent être touchées par le contour apparent, on a bientôt trouvé ce contour avec une exactitude suffisante. Il n'y a donc pas d'inconvénient de suivre pour ce cas les préceptes ordinaires des auteurs de perspective, sur-tout si l'on a conservé le souvenir d'un contour apparent déterminé géométriquement et par points, comme il vient d'être dit.

Les méthodes qu'on vient d'indiquer pour construire les contours apparens des surfaces de révolution, s'appliquent encore à d'autres familles de surfaces *enveloppes*; qu'une surface constante de forme se meuve sans tourner, c'est-à-dire, de manière que chacun de ses points décrive la même ligne courbe, l'enveloppe de l'espace qu'elle parcourt est touchée par des cylindres qui ont pour base les intersections de deux enveloppées successives, et pour arêtes des droites parallèles aux tangentes de la courbe décrite par un point quelconque de la surface mobile.

Si la surface mobile se meut sans tourner, et qu'elle change de forme, il peut arriver que la surface, lieu de ses intersections successives, soit l'enveloppe de l'espace que parcourroit un cône; ce cas a lieu lorsque deux intersections successives sont des courbes semblables, car elles sont alors situées sur une même surface conique nécessairement tangente à l'enveloppe.

Quelle que soit la génération d'une surface donnée, si l'on conçoit une surface développable qui lui soit circonscrite et qui la touche suivant une génératrice, le contour apparent sur la surface développable étant formé d'une ou plusieurs lignes droites, les points communs à ces droites et à la génératrice, sont évidemment des points du contour apparent de la surface donnée; ces considérations ne sont applicables à la pratique du dessin, que lorsque les courbes de contact de la surface proposée et des surfaces développables qui lui sont circonscrites, sont faciles à tracer; et lorsque d'ailleurs les surfaces développables sont de nature à ce qu'on puisse leur mener commodément des plans tangens par des points pris hors d'elles, et ces deux circonstances sont rarement réunies.

Du contour apparent sur les surfaces qui ont pour génératrice la ligne droite, et qui ne sont pas développables.

On sait qu'étant données trois lignes courbes quelconques, une droite peut se mouvoir en s'appuyant constamment sur ces trois courbes, et qu'il en résulte la surface la plus générale qui a pour génératrice la ligne droite; cette surface jouit de cette propriété par rapport à son plan tangent, que tous les plans menés par sa génératrice considérée dans une position quelconque, lui sont tangens, et pour chaque plan, il y a sur la génératrice un point de contact différent; en tout autre point de cette génératrice, le plan est sécant; à chaque position de la génératrice correspond une surface particulière qui touche la surface générale suivant cette génératrice; cette surface tangente jouit de cette propriété qui la distingue de toute autre, qu'elle peut être engendrée de deux manières différentes par une droite mobile; nommant la surface générale *surface gauche*; on appelle la surface qu'on vient de définir, *plan gauche*.

Une génératrice quelconque de la surface gauche coupe ses trois lignes courbes directrices de son mouvement en trois points; les tangentes à ces courbes menées par ces trois points, sont les directrices de la génératrice du plan gauche tangent.

La propriété de la surface gauche générale par rapport à son plan tangent, « que tous les plans menés par sa génératrice considérés dans une position quelconque, lui sont tangens, » se démontre en observant qu'un plan quelconque mené par la génératrice, coupe encore la surface suivant une ou plusieurs lignes courbes qui sont nécessairement rencontrées par la droite; or le plan touche évidemment la surface en ces points, puisqu'il passe par une ligne droite génératrice, qui est sa propre tangente et de plus par la tangente à une courbe tracée sur la surface; donc tous les plans menés par la génératrice sont tangens; d'ailleurs en admettant la double génération du plan gauche tangent, il est évident que tout plan mené par une droite de ce plan gauche, le coupera encore suivant une autre droite, et par conséquent le touchera au point de rencontre de ces deux droites; il sera donc aussi tangent à la surface gauche générale.

Cela posé, il s'agit de trouver le contour apparent sur une

surface gauche donnée; ce problème revient à celui-ci: « mener par un point donné qui est l'œil du spectateur, une suite de plans tangens à une surface gauche, et déterminer pour chaque plan tangent le point de contact »; car il est évident que le lieu de tous ces points de contact est le contour apparent; or, pour résoudre ce dernier problème, on mènera un plan par le point donné et la génératrice de la surface gauche considérée dans une position quelconque. D'après ce qui a été dit précédemment, il sera tangent à cette surface; donc si on détermine le point de contact, ce point appartiendra au contour apparent: on répétera la même opération pour chaque génératrice, et on aura le contour apparent. Lorsqu'on connoîtra le plan gauche tangent, chaque point du contour apparent sera l'intersection de deux droites de ce plan gauche; autrement il sera déterminé par la rencontre d'une ligne droite avec une ligne courbe.

Tout ce qu'on vient de dire sur le contour apparent, s'applique également à la courbe de séparation d'ombre et de lumière, dans l'hypothèse des rayons lumineux parallèles entre eux, ou partant d'un point donné.

Des points brillans sur les surfaces courbes.

Dans l'hypothèse des rayons lumineux partant d'un point unique ou parallèles entre eux, on appelle *point brillant* d'une surface courbe celui qui réfléchit un rayon lumineux vers l'œil du spectateur. Si la surface étoit parfaitement polie, ce point seroit le seul visible; et comme la portion visible de la surface a pour limite le contour apparent, on doit regarder le corps le plus poli comme hérissé d'aspérités insensibles à la vue simple, mais réellement terminées par de petites surfaces qui ont elles-mêmes leurs points brillans. De toutes ces aspérités dont les dimensions sont très-petites, il en est une plus apparente, c'est celle qui correspond au point brillant de la surface; pour déterminer ce point, il faut concevoir un ellipsoïde de révolution qui a pour foyers le point lumineux et l'œil du spectateur, et qui touche la surface proposée; il est évident qu'il la touche au *point brillant*, car les droites menées du point au foyer des rayons lumineux et à l'œil du spectateur étant des rayons vecteurs de l'ellipsoïde, elles feront, avec la surface touchée par cet ellipsoïde, des angles égaux; d'où il suit que le rayon de lumière qui se dirige suivant la première droite, se réfléchira dans l'œil du spectateur. La position du point brillant sur une

surface courbe varie en même tems que la position de l'œil; ce point est très-remarquable sur les yeux de la personne dont on fait le portrait; et nous sommes tellement habitués à juger de la position de ces points brillans, que la plus petite erreur du peintre dans cette partie de son tableau seroit apperçue par l'œil le moins exercé.

Du point brillant *sur une droite située dans le plan du point lumineux et de l'œil du spectateur.*

On abaisse une perpendiculaire du point lumineux ou de l'œil du spectateur sur la droite donnée; supposant qu'elle soit menée par l'œil du spectateur, on la prolonge jusqu'à ce que le point où elle rencontre la droite donnée en soit le milieu; on joint l'extrémité de cette perpendiculaire et le point lumineux par une droite qui rencontre la droite donnée au point demandé.

Si, au lieu d'une droite, on donne dans le même plan une ligne courbe, à laquelle on sache mener des tangentes ou des normales, on déterminera aussi facilement son point brillant, car chaque normale a son point brillant; la ligne qui est le lieu de tous ces points, coupera la courbe donnée au point demandé.

Du point brillant *sur une surface courbe quelconque.*

Si de tous les points de la droite qui joint le point lumineux et le point de vue, on abaisse des normales sur la surface donnée, la courbe formée par les pieds de ces normales sur la surface contiendra le point brillant; mais chaque normale a son point brillant: la suite des points brillans des normales contient encore le point demandé, donc ce point est à l'intersection de deux courbes connues; autrement il est le point commun à trois surfaces, savoir: la surface donnée, la surface normale à celle-ci menée par la ligne droite qui joint le point lumineux et l'œil du spectateur, et enfin l'une des deux surfaces coniques qui ont pour sommet le point lumineux et l'œil du spectateur, et qui sont formées par les rayons incidens et réfléchis, correspondans aux points brillans des normales.

De la recherche du point brillant *pour plusieurs cas particuliers.*

La méthode générale qu'on vient d'exposer pour déterminer le point brillant sur une surface courbe quelconque, n'est pas celle qu'il faut suivre dans un grand nombre de cas qui se présentent. Supposons, par exemple, la surface donnée telle qu'elle ait pour surface normale le long d'une ligne connue, un plan; chaque plan coupera la ligne droite qui joint l'œil du spectateur et le point lumineux; si de ce point on abaisse une normale sur la courbe contenue dans le plan, elle sera aussi normale à la sur-

face, et on sera dispensé d'abaisser une normale à la surface proposée par un point donné hors cette surface, problême qu'il est indispensable de résoudre, lorsqu'on suit la méthode générale.

Les surfaces développables et les surfaces de révolution sont dans ce cas particulier, car elles ont des plans pour les surfaces qui leur sont normales, suivant des droites pour les premières, et suivant des courbes méridiennes pour les secondes.

Les surfaces normales à la surface proposée, au lieu d'être planes, peuvent être coniques ou cylindriques; si elles sont coniques, on mène un plan par le sommet de chaque cône et par la droite qui joint le point lumineux et l'œil du spectateur, chacun de ces plans contient cette droite et une normale à la surface proposée; la méthode générale devient donc encore plus simple que dans le cas précédent; car on est même dispensé d'abaisser une normale à une courbe de la surface donnée par un point donné hors cette courbe.

Les surfaces de révolution sont évidemment dans ce cas; elles ont pour surfaces normales suivant des cercles dont les plans sont perpendiculaires à l'axe de révolution, des cônes droits; il est donc avantageux d'employer ces cônes pour construire le point brillant sur une surface de révolution.

Nous avons démontré que la surface gauche générale avoit pour surfaces normales suivant les droites correspondant aux différentes positions de la génératrice, des plans gauches que nous avons nommés, dans la théorie des surfaces du second degré, *paraboloïdes hyperboliques*; chacun de ces plans gauches prolongés rencontreroit la droite qui joint le point lumineux et l'œil du spectateur en un point qu'on peut construire avec la ligne droite et le cercle; d'où il suit que le point brillant sur la surface gauche la plus générale peut aussi se construire avec ces mêmes lignes.

Les dessins géométraux peuvent être considérés comme des perspectives pour un œil placé à une distance infinie du plan géométral; pour cette position de l'œil, 1°. tous les rayons réfléchis de la surface des corps sont parallèles entre eux, et parallèles aux lignes de projections sur le géométral; 2°. la droite qui joint l'œil du spectateur et le point lumineux devient une droite menée par ce point parallèlement aux lignes de projection; mais si les rayons lumineux sont eux mêmes parallèles entre eux, les rayons réfléchis l'étant aussi, la direction de la normale pour le point brillant d'une surface courbe proposée sera déterminée; et pour la construire, il faudra, par un point quelconque, mener deux parallèles, l'une aux rayons lumineux, l'autre aux rayons réfléchis, la droite qui divisera en deux parties égales l'angle formé par les deux parallèles, sera la directrice de la normale correspondant au point brillant. La connoissance de ce point dépend donc alors de la solution de ce problême :

Etant donnée une surface courbe, lui mener une normale parallèle à une droite donnée ?

Ou de celui-ci :

Etant donnée une surface courbe, lui mener un plan tangent perpendiculaire à une droite donnée ?

Ce dernier problême se résout, comme on l'a dit pag. 298, en enveloppant la surface proposée de deux surfaces cylindriques dont les arêtes sont parallèles à deux droites tracées dans le plan donné; les deux courbes de contact se rencontrent en un point, qui est le point brillant.

Si la surface proposée est de révolution, on mènera d'abord un plan méridien parallèle à la droite donnée, qui contiendra une courbe méridienne; la normale à cette courbe, encore parallèle à la droite donnée, coupera la surface de révolution au point demandé.

Tout ce qu'on a dit du point brillant dans l'hypothèse des rayons lumineux partant d'un point, s'applique également à celle des rayons lumineux parallèles; dans la première hypothèse, on conçoit une droite menée par le point lumineux et l'œil du spectateur; dans la seconde, cette droite est remplacée par une parallèle aux rayons lumineux menée par l'œil du spectateur.

PROBLÊME DE GÉOMÉTRIE

Résolu graphiquement, en ne faisant usage que de la règle.

Deux droites et un point étant donnés, mener par le point une troisième droite qui concourre au même point que les deux droites données ?

M. Poinsot a proposé cette question dans le numéro précédent de la Correspondance. J'en ai reçu plusieurs solutions, parmi lesquelles on remarque celles de M. Roche (1), élève de l'Ecole

(1) M. Roche a aussi résolu par corollaire ce problême: *mener une tangente à une section conique quelconque par un point pris sur ou hors la courbe*, en ne faisant usage que de la règle.

Polytechnique, *première division*, de MM. Duleau et Delon, aspirans à la même Ecole, élèves de M. Dinet.

Les fig. 5 et 6 indiquent, à quelques différences près, la solution de M. Poinsot. Des considérations de géométrie appliquée à la perspective, m'ayant donné les mêmes constructions, qui sont d'ailleurs les plus simples de celles qu'on a trouvées, je les ai prises pour base de la solution que je vais donner. Ceux qui ne sont pas encore habitués à ce genre de considérations, trouveront, dans ce numéro, un article de *perspective linéaire*, qui servira d'éclaircissement.

Solution. Le point donné est placé dans l'angle formé par les deux droites aussi données, ou il est en dehors.

Premier cas. Les deux droites données peuvent être considérées comme la perspective de deux droites parallèles situées dans un plan horisontal, le plan du tableau étant vertical; de plus, on peut admettre dans la même hypothèse que le point donné est la perspective d'un point de la droite menée parallèlement et à égales distances des deux droites données. Soient AB et CD (fig. 5) les deux droites et le point donnés; menant par ce point E deux droites quelconques gEh, fEk; elles seront les perspectives des deux diagonales d'un parallélogramme compris entre les deux droites dont AB et CD sont les perspectives; le point de concours des côtés de ce parallélogramme sur le tableau sera en l; donc si par le point l on mène la droite lmn, elle sera la perspective d'une parallèle aux côtés du parallélogramme; donc gn et mk seront les perspectives des diagonales d'un second parallélogramme dont les côtés sont parallèles au premier, mais les centres de ces deux parallélogrammes sont placés sur une droite parallèle à celle dont AB ou CD est la perspective; donc la droite EF qui en est la perspective, et qu'on trouve en ne faisant usage que de la règle, sera la droite demandée.

Second cas. Le point est supposé donné hors de l'angle des deux droites.

Soient (fig. 6) AB et CD les deux droites données, E le point donné hors l'angle; les deux droites données peuvent encore être considérées comme les perspectives de deux droites parallèles situées dans un plan horisontal, le plan du tableau étant vertical; de plus on peut admettre dans la même hypothèse que le point donné E est le point de concours des côtés d'un parallélogramme P compris entre les deux droites dont AB et CD sont les perspectives; ayant mené par le point E deux droites quelconques Eh, Ek, le quadrilatere $fghk$ sera la perspective d'un parallélogramme P, dont le centre a pour perspective le point l,

intersection des droites fk, gh; menant la droite Enm, les deux quadrilatères $fnmh$ et $gnmk$ sont les perspectives de deux parallélogrammes égaux p et p', dont chacun est moitié du parallélogramme P. Ces deux parallélogrammes étant égaux et compris entre les mêmes droites, ont des diagonales parallèles; or ces diagonales ont pour perspective les droites nh, mg, ou mf, nk, qui se rencontrent les premières en o, et les secondes en o'; et d'ailleurs tous les points de concours sont placés sur une même droite du tableau; donc les points o', E, o, et le point de concours des droites AB, CD, sont sur une même droite $o'Eo$; or celle-ci se construit avec la règle; donc elle est la droite demandée.

Si par le point E, on mène une droite quelconque $Eg'k'$, les deux diagonales gk', $g'k$ se coupent en un point l'; et il est évident que tous les points l, l'.... sont en une ligne droite qui concourt au même point que les droites AB, CD, car alors ils sont les perspectives des centres des parallélogrammes qui ont pour perspectives les quadrilatères $fghk$, $gg'kk'$, etc. Cette proposition de géométrie est démontrée page 81 d'un mémoire de M. Carnot, contenant un essai sur la théorie des transversales, 1 vol. *in*-4°. 1806.

Article de M. Hachette.

Lettre de M. Brianchon, officier d'artillerie, ancien élève de l'Ecole Impériale Polytechnique.

Metz, le 3 janvier 1807.

Monsieur,

Je vous écris quelques mots à la hâte en vous envoyant, par occasion, un petit travail que j'ai fait pour votre Correspondance; il est analogue au mémoire que vous avez bien voulu faire insérer dans le journal de l'Ecole (13e. cahier) : ce sont quelques propriétés assez saillantes des courbes du second degré, démontrées à l'aide de quelques mots de la géométrie la plus simple, etc.

Des courbes du second degré.

On sait que si dans une courbe du second ordre on inscrit un hexagone quelconque $ABCDEF$ (fig. 7), les trois points de concours H, I, K des côtés opposés, sont toujours situés sur une même droite : or cette proposition conduit immédiatement à celle-ci :

(I) « Si trois droites indéfinies FH, HK, KF sont assujetties « à passer respectivement par les points fixes E, I, A; que de « plus, les deux premières se croisent toujours sur une droite « donnée HB, et les deux dernières sur une autre droite KD

« aussi donnée, le point d'intersection F de la première et de « la troisième décrira une section conique. »

Car il est facile d'appercevoir avec un peu d'attention que la courbe ainsi parcourue par ce point F, passera nécessairement par les cinq points connus A, B, C, D, E.

Ce théorême élégant, qu'il seroit pénible de démontrer par le calcul, est dû, je crois, à *Mac-Laurin*; il n'est, comme on voit, qu'une conséquence de la belle propriété dont jouissent les hexagones inscrits aux courbes du second degré, laquelle se démontre sur-le-champ en établissant quelques proportions. C'est d'ailleurs une règle assez générale, que les propositions de ce genre qui tiennent à la *théorie des transversales*, se découvrent à l'aide des plus simples considérations de la géométrie élémentaire, lorsque la longueur des calculs permet à peine à l'analyse d'y atteindre.

(II) La ligne du second ordre décrite par le point F (fig. 7), se réduiroit à une du premier, si trois des cinq points A, B, C, D, E, se trouvoient en ligne droite, ce qui arrivera dans deux cas :

1°. Lorsque les deux directrices HB, KD, se rencontreront sur la ligne AE, qui joint les deux points fixes ou *pôles* A et E.

2°. Lorsque les trois pôles A, E, I (fig. 8), seront disposés en ligne droite; dans ce cas, la droite parcourue par le point F passe évidemment par le point de contour C des deux directrices.

On peut exprimer ainsi cette dernière propriété :

« Si dans le plan d'un angle quelconque KCH, on prend « arbitrairement trois points A, E, I, situés sur une même « droite; que de l'un d'eux, I, on dirige tant de droites qu'on « voudra, comme IH, qui va couper le premier côté de l'angle « en H et le second en K, qu'ensuite on joigne H et E, K « et A, par des droites qui se croisent en F, tous les points F, « ainsi déterminés, appartiendront à une même ligne droite passant « par le sommet C de l'angle. »

Ceci s'étend immédiatement aux trois dimensions, en considérant, dans la figure 8, KCH comme l'intersection d'un angle dihèdre par un plan perpendiculaire à son arête, et A, E, I, comme les projections faites sur ce plan de trois points de l'espace placés dans un plan parallèle à cette arête; le lieu des points F est alors un plan passant par l'arête de l'angle. On pourroit aller plus loin et faire voir que ces propositions se rattachent à une autre beaucoup plus générale, et qui convient à

toutes les surfaces courbes du second ordre dont l'angle dihèdre est un cas particulier; mais comme la démonstration exigeroit l'emploi de l'analyse, elle ne seroit pas ici à sa place.

Le théorême du n°. I peut être généralisé de la manière suivante :

(III) « Si dans un polygone quelconque on prend sur chacun « des côtés ou sur leurs prolongemens un point fixe ou pôle « autour duquel ce côté puisse tourner librement, que de plus « on assujettisse tous les sommets, excepté le dernier, à glisser « sur des droites données; lorsqu'on déformera le polygone, « en satisfaisant à ces conditions, les côtés et les angles chan- « geront de grandeur, et le dernier sommet parcourra une courbe « du second ordre. »

Ainsi, par exemple, dans le quadrilatère $HKLM$ (fig. 9), dont les quatre pôles sont E, I, O, U, et dont les trois premiers sommets H, K, L, ont pour directrices respectives les droites HC, KC, LP, le quatrième, M, se meut sur une section conique, car si l'on effectue les constructions indiquées sur la figure, on voit (II, 2°., fig. 8) que le point F doit toujours se trouver sur une même droite déterminée CF, passant par le sommet C de l'angle KCH, que de même le point G doit être constamment placé sur une autre droite déterminée BG; le point décrivant M peut donc être considéré comme le troisième sommet d'un triangle FGM dont les deux premiers, F et G, glisseroient respectivement sur les droites connues CF, BG, et dont les trois pôles seroient A, E, O; donc en effet (th. I) ce point M décrit une courbe du second degré.

Cette branche de la géométrie, qui comprend les propriétés de certains systêmes de lignes droites, a été traitée d'une manière spéciale par l'un de nos grands géomètres modernes, qui, le premier, en a donné les véritables élémens, sous la dénomination de *Théorie des transversales*; elle a depuis occupé quelques autres mathématiciens, principalement M. *Servois*, qui, dans un ouvrage qu'il vient de publier, l'applique à la solution d'un grand nombre de problêmes intéressans de géométrie-pratique; il est sans doute curieux de retrouver dans plusieurs auteurs anciens, notamment dans *Pappus*, quelques traces de ce genre de recherches.

La théorie des transversales, comme l'a fait voir M. Carnot dans ses ouvrages, donne immédiatement les propriétés les plus générales des polygones coupés par des lignes droites, lesquelles, s'appliquant de suite à toutes les courbes algébriques, établissent sur ce point ce qu'on peut desirer de plus complet. Cette même théorie sert de la manière la plus heureuse dans les constructions

des problèmes d'ombres et de perspective linéaire; enfin elle conduit quelquefois très-simplement à des théorèmes de géométrie aux trois dimensions, auxquels il seroit impossible d'arriver par les considérations de la géométrie descriptive, et que même on obtiendroit difficilement par l'analyse, à cause de la complication du calcul.

Il me semble qu'on pourroit appeler cette partie de la géométrie, *Géométrie de la ligne droite*, car elle apprend à tirer tout le parti possible de la seule ligne droite qui peut servir à résoudre beaucoup plus de problèmes qu'on ne le pense communément. J'ai déja donné quelques exemples de cela dans un mémoire inséré dans le 13ᵉ. numéro du journal de l'Ecole Impériale Polytechnique. Ainsi qu'on se donne cinq points A, B, C, D, E, pour y faire passer une section conique, la fig. 7 indique une construction élégante et des plus simples pour en déterminer à volonté un sixième F; qu'ensuite par l'un quelconque E des points de la section conique on veuille lui mener une tangente, on prendra arbitrairement quatre autres points A, B, C, D de la courbe, et par les deux points de concours, de AB et DE, AE et CD, on mènera une droite qui, par sa rencontre avec BC, déterminera un second point de la tangente demandée.

Si, au lieu de cinq points, on se donnoit cinq tangentes (fig. 10), ou, ce qui est la même chose, si l'on demandoit d'inscrire une courbe du second degré dans le pentagone $ABCDE$, on trouveroit sur-le-champ tant d'autres tangentes qu'on voudroit, comme bc, en menant par les deux extrémités de l'un des côtés BC, deux droites qui se croisent sur la diagonale restante AD, et qui déterminent sur les côtés de l'angle E, opposé à BC, les deux points b et c de la tangente bc; quand le point c coïncidera avec le sommet E, b sera le point de contact du côté DE avec la courbe cherchée; ainsi, non-seulement on pourra construire un nombre indéfini de tangentes à la section conique qu'on demande, mais encore on assignera sur chacune le point où elle touche la courbe, et cela n'exigera que le tracé de quelques lignes droites.

Je ne m'étendrai pas davantage sur ce sujet, sur lequel il y a beaucoup de choses à dire; et parmi les questions utiles ou curieuses dont les solutions peuvent s'obtenir en n'employant que la seule ligne droite, considérée simplement comme direction et non comme mesure, je me bornerai à indiquer la suivante, parce qu'elle peut se résoudre très-brièvement, et qu'elle présente quelque chose de piquant.

« Une ligne droite étant disposée d'une manière quelconque « dans le plan d'un parallélogramme, on propose de lui mener « une parallèle par un point donné sur le même plan. »

DEMONSTRATION ANALYTIQUE

DU THÉORÈME DE GÉOMÉTRIE DONNÉ PAR M. HACHETTE (1);

Par M. PUISSANT, *professeur de Mathématiques à l'Ecole militaire de Fontainebleau.*

Si deux plans rectangulaires sont assujettis à se mouvoir entre deux droites fixes, leur commune section engendrera un cône qui aura même sommet que l'angle des deux droites fixes, et dont la base sera un cercle perpendiculaire à l'une ou à l'autre de ces droites.

Soient AM, AM' (fig. 11) les deux droites fixes données ou les traces horisontales des deux plans rectangulaires passant par l'origine des coordonnées. Les équations de ces plans ont

$$Ax + By + Cz = 0,$$
$$A'x + B'y + C'z = 0,$$

lesquelles ont lieu en même tems à la ligne d'intersection; et la condition de perpendicularité est exprimée par

$$AA' + BB' + CC' = 0;$$

de là on tire

$$(AA' + BB')z^2 + BB'y^2 + AA'x^2 + (AB' + A'B)xy = 0 \dots (1).$$

Telle est l'équation de la surface conique engendrée par la commune section des deux plans rectangulaires. Lorsque $z = 0$, on a seulement

$$(By + Ax)(B'y + A'x) = 0,$$

c'est-à-dire que le plan des xy coupe le cône suivant les deux droites AM, AM' dont les équations respectives sont

$$Ax + By = 0, \quad A'x + B'y = 0.$$

Tout plan parallèle à celui des xy coupe le cône suivant une ellipse, ce qui est évident; d'où il suit que le cône est oblique.

Pour déterminer la position de la base circulaire de ce cône, il faut substituer dans l'équation (1) les valeurs connues

$$x = a + x'\cos\varphi + y'\cos\theta\sin\varphi$$
$$y = \quad x'\sin\varphi - y'\cos\theta\cos\varphi$$
$$z = \quad y'\sin\theta$$

---

(1) Voyez le nᵒ. 6 de la Correspondance, page 179.

et l'on aura

$$\left\{\begin{array}{l}(AA'+BB')\sin^2\theta+BB'\cos^2\theta\cos^2\phi\\+AA'\cos^2\theta\sin^2\phi-(AB'+A'B)\cos^2\theta\sin\phi\cos\phi\end{array}\right\}y'^2$$

$$+\left\{BB'\sin^2\phi+AA'\cos^2\phi+(AB'+A'B)\sin\phi\cos\phi\right\}x'^2$$

$$\left\{\begin{array}{l}+2AA'\sin\phi\cos\phi\cos\theta-2BB'\sin\phi\cos\phi\cos\theta\\+(AB'+A'B)(\sin^2\phi\cos\theta-\cos^2\phi\cos\theta)\end{array}\right\}x'y'$$

$$+Mx'+Ny'+P=0.$$

La section, par ce nouveau plan, sera un cercle, si les coefficiens de x'^2 et y'^2 sont égaux, et si celui de $x'y'$ est $=0$; or ce dernier devenant nul par la supposition de $\theta=100^{gr}$. la première relation devient

$$(B\cos\phi-A\sin\phi)(B'\cos\phi-A'\sin\phi)=0;$$

d'où l'on tire $\tang\phi=\frac{B}{A}$ ou $\tang\phi=\frac{B'}{A'}$;

mais les droites AM et AM' font avec AX des angles dont les tangentes sont respectivement

$$-\frac{A}{B},\ -\frac{A'}{B'}.$$

Donc la base circulaire du cône est perpendiculaire à l'une ou l'autre de ces droites $C.Q.F.D.$

DE LA PERSPECTIVE LINÉAIRE

Par la méthode des points de concours,

Par M. Hachette.

La solution graphique des problèmes de géométrie aux trois dimensions exige en général l'emploi simultané de deux plans de projections qu'on suppose ordinairement l'un horisontal et l'autre vertical; les lignes de construction par lesquelles on résout ces problèmes, sont le plus souvent tracées alternativement sur l'un et l'autre plan; il y a cependant des cas où la dépendance réciproque de ces lignes n'a pas lieu, et pour en

donner quelques exemples, on se rappellera qu'ayant sur un plan horisontal les bases et les sommets de deux surfaces coniques, et le point où ce plan est rencontré par la droite qui joint les sommets des deux cônes, on construit la projection horisontale de la courbe d'intersection des deux surfaces coniques, sans avoir recours à la projection verticale; on obtient de même la projection de l'intersection de deux surfaces de révolution dont les axes se rencontrent sur un plan parallèle à ces axes, lorsqu'on s'est donné sur ce plan les axes et les courbes génératrices des surfaces.

La perspective linéaire étant aussi une projection faite sur un plan par des droites concourant en un point, on peut demander dans quels cas cette espèce de projection se construira, sans avoir recours au système de deux projections orthogonales, et quelles seront les données du problème de perspective, pour que sa solution se déduise d'un système de lignes tracées sur un seul plan, celui du tableau. Quel que soit le nombre des points à mettre en perspective, ils peuvent être considérés comme les sommets d'angles égaux dont les côtés sont parallèles, or on sait que les perspectives de tous ces côtés concourent sur le tableau en deux points; donc si on a ces deux points, et si on connoît d'ailleurs les points de rencontre du tableau avec les côtés des angles, il est évident que la perspective de chaque point sera déterminée par la rencontre de deux droites tracées sur le tableau même; tel est le principe qui sert de base à la méthode usitée pour construire les dessins perspectives d'architecture. Dans l'enseignement de cet art, tel qu'il se fait à l'Ecole Polytechnique, on emploie les dessins géométraux pour la composition des monumens, et on fait sentir aux élèves l'utilité des dessins perspectives pour juger l'effet des compositions; il seroit donc à desirer que ceux de MM. les élèves qui desirent cultiver plus particulierement l'architecture, connussent les méthodes de perspective plus faciles et moins longues que la méthode générale qui est l'objet d'une partie de mon cours de géométrie descriptive. Je me suis proposé de leur faire connoître la méthode *des points de concours*. Les auteurs des traités de perspective l'ont bien indiquée; mais mon objet est d'éviter à nos élèves la lecture longue et pénible des livres qui ont été écrits sur cette matière, et de leur faire voir comment cette méthode-pratique se déduit de nos principes de géométrie aux trois dimensions.

Quel que soit le nombre et la forme des objets dont on demande la perspective, les contours apparens et les arêtes visibles de ces objets sont considérés comme les bases des surfaces coniques, qui ont pour sommet l'œil du spectateur qu'on regarde comme un

point; l'intersection de ces surfaces par le tableau est la perspective demandée.

Les lignes à mettre en perspective étant données par leurs projections sur deux plans rectangulaires, et la surface du tableau étant supposée plane, on mène un troisième plan de projection perpendiculaire à l'un des plans rectangulaires et au plan du tableau; on projette sur ce troisième plan les arêtes des surfaces coniques, et par la combinaison des lignes tracées sur les trois plans de projection, on obtient le développement du tableau, c'est-à-dire la perspective linéaire demandée; cette méthode est rigoureuse, elle est générale; mais on conçoit que dans un grand nombre de cas, il sera très-difficile d'en faire usage : en effet, qu'il s'agisse de la décoration d'un théâtre; on prend ordinairement la toile d'avant-scène pour tableau, et on suppose le spectateur placé immédiatement au-dessous de la première galerie ou des premières loges, et sur la ligne du milieu du parterre dont la direction est perpendiculaire à la toile d'avant-scène; cette toile ayant environ 15 mètres de largeur, le spectateur est au moins en avant de cette toile de 15 mètres; les décorations du théâtre en sont à-peu-près à la même distance en arrière; les objets à mettre en perspective seront, d'après ces hypothèses, éloignés de l'œil du spectateur d'environ 30 mètres; les aires sur lesquelles on traceroit les lignes de projections orthogonales auroient donc cette dimension dans le sens de la longueur, ce qui entraîneroit des opérations graphiques, longues et très-pénibles. Pour les éviter, on a imaginé plusieurs méthodes d'une application commode pour les dessins d'architecture, car c'est principalement pour ce genre de dessins que l'exactitude est nécessaire. Lorsqu'un objet est irrégulier, on peut attribuer l'inexactitude de sa perspective à l'irrégularité de l'objet; mais lorsqu'il s'agit d'un monument dont toutes les parties ont entre elles un certain rapport fixé par l'usage et par le goût des arts, le dessin perspective, qui changeroit ces rapports, produiroit l'effet le plus désagréable.

Une observation très-importante échappe à la plupart de ceux qui commencent la perspective et qui la considèrent comme un simple problème de géométrie; ils supposent le spectateur tellement près du tableau, que la perspective qu'ils ont construite d'après toutes les règles de la géométrie, paroît fausse, et l'est réellement en ce sens, que si un objet étoit placé par rapport à l'œil de la même manière que le tableau, la vue en seroit confuse, et le spectateur n'en distingueroit pas la forme. L'expérience apprend que la distance à laquelle un objet peu étendu nous paroît bien distinct, a pour limite un décimètre environ; quant

à la distance dont on peut éloigner l'objet de l'œil, elle dépend de sa grandeur. On sait, par observation, que le champ ordinaire de la vue a pour limite un cône droit dont le côté fait, avec l'axe environ un demi-angle droit; on sait aussi que les rayons visuels, d'où résulte une image vive des objets, sont peu inclinés par rapport à la surface extérieure de l'œil. On a déduit de ces observations sur l'organe de la vue, deux règles; la première consiste à placer l'œil sur une perpendiculaire au tableau élevé par son milieu; la seconde, à prendre pour distance de l'œil au tableau une largeur à-peu-près égale à celle du tableau, en conservant néanmoins les limites inférieures et de cette distance et de l'angle formé par les rayons visuels extrêmes; lorsqu'en réduisant un bon dessin perspective, on dépasse cette limite, il n'y a pas lieu à s'étonner que la perspective réduite produise un effet différent du premier, et qu'elle soit réputée fausse.

Cela posé, voici le problême de perspective qu'il s'agit de résoudre : « Connoissant les dimensions d'un monument, la position de l'œil et du tableau par rapport à ce monument, en « construire la perspective sans avoir recours aux plans de projections, et en ne faisant usage que des cotes qui fixent les « dimensions de toutes les parties dont ce monument est composé. » Il faut distinguer les détails d'un monument, dont les formes irrégulières peuvent varier au gré de l'imagination de l'artiste qui les emploie, des parties principales dont les formes régulières sont susceptibles d'une définition rigoureuse; celles-ci sont terminées par des surfaces qui sont, ou planes, ou cylindriques, ou de révolution; coupées par des plans horisontaux, les sections qui en résultent sont, ou des cercles, ou des carrés et des parallélogrammes dont tous les côtés sont parallèles : en sorte que la perspective de ces sections détermine la perspective entière du monument. (Voyez l'article *Théorie des ombres et de la perspective*, pag. 300.) On voit facilement comment on peut faire dépendre la perspective d'un parallélogramme de celle de deux quarrés construits sur les côtés de ce parallélogramme; la perspective d'un cercle est suffisamment déterminée par celle de deux quarrés à côtés parallèles, dont l'un lui est inscrit et l'autre circonscrit. Ainsi le problême proposé se réduit à tracer la perspective d'un système de quarrés à côtés parallèles contenus dans des plans horisontaux, la longueur des côtés et la distance des plans étant exprimées en nombres et rapportées à une même échelle.

Pour expliquer la solution de ce problême, en faisant usage de la *méthode des points de concours*, nous allons prendre pour exemple une suite de colonnes qu'il s'agit de mettre en pers-

pective. On suppose que les axes verticaux de ces colonnes soient situés dans un même plan et également espacés ; on suppose encore que ce tableau est dans un plan vertical passant par l'axe de la première colonne.

Ayant mené par l'œil un plan horisontal, l'intersection de ce plan avec le tableau est une droite qu'on nomme *droite d'horison*, et qui contient les points de concours de toutes les droites parallèles entre elles et à l'horison ; un second plan horisontal distant du premier d'une quantité donnée ; coupe les axes des colonnes en des points placés sur une même droite et équidistans ; proposons-nous d'abord de mettre en perspective des quarrés égaux qui ont ces derniers points pour centres, et qui ont pour côtés des droites d'une longueur donnée, les unes parallèles à la droite qui unit les centres, les autres perpendiculaires à cette même droite ; les côtés rectangulaires des quarrés font avec le tableau des angles dont la grandeur dépend de la position de ce tableau par rapport au plan vertical qui contient les axes des colonnes, et qui ont pour cordes des droites dont la direction est connue. Ayant mené par l'œil des parallèles aux côtés des quarrés, à leurs diagonales et aux cordes des angles que les côtés de ces quarrés font avec le tableau, les points de rencontre de ces parallèles avec le tableau sont les seuls *points de concours* dont on se sert pour mettre en perspective la colonnade entière ; il est évident que ces points de concours sont au nombre de six, et tous *situés sur la droite d'horison*, mais on verra que de ces six points, il n'y en a que quatre nécessaires, parmi lesquels il doit toujours y avoir un des deux points de concours des côtés rectangulaires des quarrés ; on prend pour ces quatre points ceux qui sont le plus rapprochés du centre du tableau, afin d'éviter les lignes qui, par leur longueur, sont difficiles à tracer. Dans l'exemple que nous avons pris, les quatre points de concours qui s'éloignent le moins du tableau, sont 1°. un des points de concours des côtés ; 2°. un des points de concours des diagonales ; 3°. les deux points de concours des cordes ; ils sont marqués des lettres c, c', q, d, sur la fig. 1 (pl. 2), qu'on suppose tracée sur le plan de l'horison mené par l'œil ; A, B, C étant les projections des axes des colonnes sur ce plan, c est le point de concours des parallèles à la corde de l'angle $CBAd$ que la droite ABC des centres fait avec la droite d'horison $qcAd$; c' est le point de concours des parallèles à la corde de l'angle EAd, complément du premier CAd ; q est le point de concours de tous les côtés des quarrés, tels que ab, $a'b'$, $a''b''$, etc., d le point des concours des diagonales ab', $a''b'''$, des mêmes quarrés, ces quatre points c, c', q, d, étant placés sur la droite d'horison $qcAdc'$.

Soit cette droite d'horison rapportée sur la fig. 2 qu'on suppose tracée sur le plan du tableau, qui, par hypothèse, contient l'axe AA' de la première colonne ; nous allons d'abord chercher la perspective des axes des colonnes projetté (fig. 1) en B, C, etc. ; mais il faut auparavant faire observer que la projection horisontale de la figure 1 n'est pas nécessaire pour cette recherche ; la perspective entière des colonnes doit être tracée, d'après l'énoncé du problême, sur le plan du tableau ; cependant, pour faire comprendre les opérations graphiques qu'on exécute sur ce dernier plan, on s'est servi de la figure 1, et pour ne pas être obligé de distinguer les lettres qui correspondent aux figures 1 et 2, nous mettrons en parenthèses les lettres qui appartiennent à la figure 1.

Un plan horisontal quelconque, mené au-dessus ou au-dessous du plan horisontal qui passe par l'œil æ du spectateur, coupe les axes des colonnes ou des points qu'on peut considérer comme les centres des quarrés projettés en ($aba'b'$), ($a''b''a'''b'''$) etc. ; AA' étant la distance de ces deux plans, A' sera la perspective du centre du premier quarré, et $A'Z$ perpendiculaire à AA' la perspective d'une horisontale menée par ce centre ; il s'agit maintenant de trouver la perspective B' du point d'un axe projetté en (B), et qui est le centre du quarré projetté en ($a''b''a'''b'''$).

Ayant décrit l'arc ($B\beta$) du point (A) comme centre avec le rayon (AB) donné en modules et parties des modules, la corde ($B\beta$) de cet arc est parallèle à la corde de l'angle (BAC), dont on a par hypothèse le point de concours c sur la droite d'horison ; le point (B) étant l'intersection de la droite (CB) et de (EB) prolongement de la diagonale ($a''b''$), sa perspective B' dépend de celle du point projetté en (E) ; or ce point (E) est l'intersection des deux droites (βE), (AE), mais (βE) est parallèle à la corde de l'angle (EAd), dont le point de concours est en c' ; donc si on rapporte la droite ($A\beta$) sur l'horisontale $A'Z$ de A' en β', l'intersection des deux droites $\beta'c'$, $A'q$ donnera le point E' pour la perspective du point projetté en (E) ; menant donc les droites $E'd$, $\beta'c$, elles se coupent au point B' qu'il s'agissoit de trouver ; on obtiendroit de même la perspective C' du point de l'axe projetté en (C), et contenu sur la même horisontale qui a pour perspective $A'B'$, mais pour éviter la longueur des lignes de construction, il sera plus commode de concevoir sur la même horisontale, un autre point dont la projection O divisera en deux parties égales la distance AB. Ayant décrit du point (A) comme centre avec (AO), pour rayon l'arc ($O\omega$) et porté ce rayon de A' en ω', la droite $\omega'c$ coupe la droite $A'B'$ au point O' perspective du point (O), $O'q$ sera donc la perspective

de la droite projettée en (OR); $A'd$ est la perspective de la droite projettée en (ARL), donc R' commun aux deux droites $O'q$, $A'd$ est la perspective du point projetté en (R) ; L' et D' correspondans aux points (L) et (D) se trouvent de même par l'intersection de deux droites, le premier par les deux droites $B'q$, $A'd$, le second par les deux droites $B'R'$ et $A'q$; en sorte que la droite projettée en (DLM) est en perspective $D'L'M'$. Maintenant il sera bien facile d'obtenir tant de points qu'on voudra des axes des colonnes ; C', par exemple, est à l'intersection de $M'q$ et de $A'B'$, C'' à l'intersection de $M''C''$ et $A'B'C'$.

Si on trouve les points D', L' trop rapprochés pour fixer la direction de la droite $D'L'M'$, on substituera au quarré ($ABLO$) un quarré plus grand, tel que celui qui a (AC) pour côté.

Ayant les perspectives $A'A$, $B'B$, $C'C$, etc., des axes des colonnes (A), (B), (C), etc., proposons-nous de trouver les perspectives des quarrés égaux ($ab\,a'b'$), ($a''b''\,a'''b'''$), qui ont pour perspectives de leurs centres les points A', B', C', et pour cotés des paralleles et des perpendiculaires à la droite (ABC). La cote de (AS) $=$ (AT) $=$ (AV) étant connue, on la portera sur l'horisontale $A'Z$ de A' en T' ; l'intersection des droites $c\,T'$ et $A'\,C'$ donne S' pour la perspective du point (S) ; l'intersection de $S'q$ avec $A'L'$ donne b' pour la perspective du point (b') ; menant $T'c'$, le point V' intersection de cette droite et de $A'D'q$, est la perspective du point (V) ; X' perspective du point (X) s'obtient comme S' perspective du point (S); menant $X'q$, cette droite rencontre $B'R'D'$ en b'' perspective du point (b'') ; on auroit de même la perspective b''' de (b''') ; tirant la droite $b'b''b'''$, elle contiendra la perspective de tous les côtés des quarrés placés sur la droite ($bb'b''b'''$, ... etc.) ; on trouvera de même la perspective $aa'a''a'''$ de tous les côtés des quarrés placés sur la droite ($aa'a''a'''$). Les droites $aa'a''a'''$, $bb'b''b'''$, $A'B'C'$ perspectives de droites parallèles concourent en un même point de la droite ABC d'horison, mais on a supposé ce point trop éloigné pour en faire usage ; s'il étoit donné, un seul point de la perspective de chacune de ces dernières droites auroit suffi pour la déterminer.

En ne se servant que des lignes déja tracées sur le tableau, on peut vérifier quelques-unes des opérations; par exemple, il est facile de voir que le point b est sur le prolongement de la diagonale $A'a'$ déja connue et dans la direction aq ; de même a''' est sur le prolongement de la diagonale $b''B'$.

C'est d'après cette méthode qu'on a mis en perspective les deux piédestaux qu'on voit fig. 3. $qcABdc'$ est la *droite d'horison*, c la projection de l'œil sur le tableau, $A'B'$ la ligne des centres

des bases des piédestaux ; mais cet exemple fait voir comment après avoir trouvé la perspective $aba'b'$ d'un quarré dont le plan horisontal est distant de la *droite d'horison* de la quantité AA', on obtient la perspective du même quarré transporté parallèlement à lui-même, de telle manière que son centre ait parcouru la droite $A'D$ dont la cote est donnée ; ayant mené la diagonale bd et les verticales ah, $b'f$, on achève la perspective $fheg$, en menant des droites he, fg vers le point de concours q. Le quadrilatère $k\ l\ m\ n$ est sur le second piédestal la perspective du quarré correspondant à celui qui a pour perspective $e\,f\,g\,h$, et le quadrilatère $e\ h\ m\ n$ est évidemment la perspective d'un parallélogramme dont les côtés ont même saillie sur les faces rectangulaires du piédestal ; reprenant la construction de la perspective de la colonnade, cette dernière observation nous offre le moyen de mettre en perspective les faces planes de l'entablement terminées par des parallélogrammes ; car ces parallélogrammes s'étendent de la première colonne à la dernière, et le plan de chacun d'eux coupe les axes de ces colonnes en deux points qu'on peut considérer comme les centres de deux quarrés formant ses extrémités. La perspective de ces deux carrés détermine donc celle d'un parallélogramme quelconque de l'entablement.

Conclusion.

Nous avons donné le moyen de mettre en perspective des quarrés à côtés parallèles, contenus dans des plans horisontaux, et qui ont leurs centres sur les axes des colonnes. D'après ce qui a été dit (pag. 315), on en conclut la perspective des parallélogrammes de l'entablement de la colonnade et la perspective des cercles horisontaux qui appartiennent aux surfaces courbes de cette même colonnade; d'où il suit qu'ayant le géométral d'un ordre quelconque d'architecture, on construira directement la perspective sur le tableau, en ne faisant usage que des cotes qui fixent les dimensions des parties de cet ordre.

Problêmes a résoudre.

« Etant donnée une pyramide triangulaire, on propose de la « couper par un plan en deux parties équivalentes en volume, « de telle manière que l'aire de la section plane qui sépare ces « deux parties soit un *minimum.* »

Ce problême est analogue à celui-ci, qui m'a été donné par M. de S**, ancien officier du génie :

« Etant donné un triangle, le diviser en deux parties équi-
« valentes en surface par une droite *minimum.* »

H. C.

LETTRE de M. Français, *capitaine au corps impérial du génie, ancien élève de l'Ecole Impériale Polytechnique, à M. Hachette.*

Strasbourg, le 17 avril 1807.

J'ai l'honneur de vous adresser, par la voie de mon ancien camarade Oberlin, un petit mémoire sur la transformation des coordonnées. Je ne connois pas de solution générale de ce problème, c'est-à-dire pour passer d'un système de coordonnées obliques à un autre : j'y parviens d'une manière (à ce qui me semble) assez simple et analytique ; et le résultat, renfermé dans les équations (29), me paroît très-simple et très-symétrique. Je vous prie de vouloir bien faire connoître ce résultat par la voie de votre Correspondance sur l'Ecole Impériale Polytechnique, le reste du mémoire ne contenant rien de neuf ni d'assez remarquable pour mériter d'y trouver place. Au reste, je le mets entièrement à votre disposition : vous en ferez ce que vous jugerez convenable (1). Je n'aurois pas osé vous adresser cette bagatelle, si mon commandant, M. Malus, ne m'y avoit engagé.

Je suis charmé, Monsieur, de trouver cette occasion de vous témoigner, etc.

Votre élève, J. Français.

Cours de grammaire et de belles-lettres.

M. Andrieux, professeur de littérature à l'Ecole Polytechnique, a repris ses cours pour la première division, au 1er. novembre 1806 ; et pour la seconde, aussitôt que les élèves arrivans ont été réunis.

Les conseils d'instruction et de perfectionnement avoient approuvé un rapport sur le programme (2) de ces cours, et le programme lui-même qui leur avoient été soumis dans leurs sessions de 1806.

(1) La commission chargée de l'impression du Journal de l'Ecole Impériale Polytechnique, a mis ce travail au nombre des Mémoires du 14e. cahier, qu'on imprime actuellement.

(2) Ce rapport et le programme sont imprimés à la suite du rapport général du Conseil de perfectionnement, session de 1806.

Il en résulte que les cours de grammaire et de belles-lettres, à l'École impériale Polytechnique, sont divisés et distribués dans l'ordre suivant :

Le cours de grammaire a deux parties.

Le cours de belles-lettres en a quatre.

Dans la première année.

Cours de grammaire.

1°. Grammaire générale et logique.

2°. Grammaire française.

Cours de belles-lettres.

1°. Art d'écrire.

Dans la seconde année.

Suite du cours de belles-lettres.

2°. De l'éloquence.

3°. De la poésie.

4°. Histoire abrégée de la langue et de la littérature françaises, depuis Charlemagne.

Le tableau ou sommaire de chaque leçon est imprimé et distribué aux élèves, le matin du jour où la leçon est donnée. Ce sommaire aide les élèves à saisir pendant la leçon les développemens que donne l'instituteur ; il leur sert aussi à fixer ces mêmes développemens dans leur mémoire, et à les retrouver au besoin.

On donne tous les quinze jours, à chaque division, le sujet d'une composition par écrit.

Les élèves sont aussi exercés à la lecture à haute voix ; l'instituteur leur fait lire soit leurs propres compositions, soit des morceaux de nos meilleurs auteurs, en vers ou en prose, qui servent de texte et de matière à une partie des leçons.

Sujets de composition

Donnés à la première division.

°. Lettre du cardinal Sadolet à François Ier., roi de France, pour en obtenir des défenses d'exécuter l'arrêt rendu en 1540

contre les Vaudois par le parlement de Provence, arrêt qui ordonnoit la destruction et l'incendie des bourgs de Merindol et de Cebrieres.

(*Voy. Histoire de France*, de *Vély*; *règne de François* Ier.)

2°. ART, SCIENCE, SAVOIR, DOCTRINE.

Comparer ces mots entre eux, en marquer les rapports et les différences; déterminer le sens de chacun.

3°. Comparer deux imitations en vers français du fameux monologue d'Hamlet: *To be or not be*, etc. Dire à laquelle des deux on donne la préférence, et par quels motifs.

4°. Rédiger, par écrit l'analyse de plusieurs des leçons qui ont été données sur l'état et les progrès de la langue et de la littérature françaises, depuis Charlemagne.

Ce cours d'histoire littéraire en est actuellement (au mois de mai) *au commencement du* 16e. *siècle.*

A la deuxième division.

1°. Discours de Guillaume de Nesle au roi Jean, le 18 septembre 1356, veille de la malheureuse bataille de Poitiers.

(Ce brave chevalier ouvre inutilement, dans le conseil de guerre, des avis prudens qui ne sont point écoutés.)

(Voy. *Ibid.*, *règne de Jean II.*)

2°. Le commandant anglais de Châteauneuf-Randon fait hommage des clefs de cette place au connétable Duguesclin après sa mort, en les déposant à ses pieds sur son lit funèbre. (1379). Narration et discours.

(Voy. *Histoire de France*, *règne de Charles V.*)

3°. Discours de Jeanne d'Arc, dite *la Pucelle d'Orléans*, devant le prétendu tribunal qui la condamna au feu, en 1431, comme hérétique et magicienne.

(Voy. *Ibid.*, *règne de Charles VII.*)

4°. Henri III, voulant faire assassiner le duc de Guise et le cardinal de Guise son frère aux états de Blois, en 1588, confie son projet à quelques-uns de ses plus affidés serviteurs. Le brave Crillon, l'un d'eux, fait tous ses efforts pour le détourner de recourir à cet assassinat.

Faire le discours de Crillon.

MATHÉMATIQUES.

M. *Francœur* a mis au jour une quatrième édition de son Traité élémentaire de mécanique, adopté pour l'instrution publique.

PHYSIQUE.

Les sciences physiques viennent d'être enrichies d'un nouvel ouvrage de MM. Biot et Arago, qui a pour titre :

Mémoire sur les affinités des corps pour la lumière, et particulièrement sur les forces refringentes des différens gaz.

Lu à l'Institut, le 24 mars 1806.

SERVICE DES PONTS ET CHAUSSÉES.

M. Lamandé, fils, ancien élève, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, qui a fait construire le magnifique pont d'Austerlitz, est chargé des travaux du nouveau pont en fer qui doit traverser la Seine en face l'Ecole-Militaire, et qu'on a nommé *Pont d'Jena*. Le quai de la tête du pont à la barrière de *Chaillot*, porte le nom du général *Billy*, tué à la bataille d'*Jena*.

§. II. *Extrait du rapport du Conseil de perfectionnement de l'Ecole Impériale Polytechnique, session de* 1806.

SUR L'ADMISSION A L'ECOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE.

Programme des connaissances exigées pour l'admission à l'Ecole Impériale Polytechnique.

Les connaissances exigées pour l'admission à l'Ecole Impériale Polytechnique, sont,

1°. L'arithmétique et l'exposition du nouveau système métrique: on insistera sur l'application du calcul décimal à ce système;

2°. L'algèbre comprenant la résolution des équations des deux premiers degrés, celle des équations indéterminées du premier degré, la composition générale des équations, la démonstration de la formule du *Binome de Newton* dans le cas seulement des exposans entiers positifs, la méthode des diviseurs commensurables,

celle des racines égales, la résolution des équations numériques par approximation, l'élimination des inconnues dans deux équations d'un degré quelconque à deux inconnues;

3°. La théorie des proportions, des progressions, des logarithmes, et l'usage des tables;

4°. La géométrie élémentaire, la trigonométrie rectiligne, et l'usage des tables des sinus;

5°. La discussion complette des lignes représentées par les équations du premier et du second degré à deux inconnues, et les propriétés principales des sections coniques;

6°. La statique appliquée à l'équilibre des machines les plus simples, telles que le levier, la poulie, le plan incliné, le treuil, la vis, la machine funiculaire, les moufles, les roues dentées et la vis sans fin;

7°. Les candidats seront tenus de traduire, sous les yeux de l'examinateur, un morceau des *Offices de Cicéron;* ils feront ensuite l'analyse grammaticale de quelques phrases françaises de leur traduction.

On exigera aussi qu'ils sachent écrire lisiblement.

8°. Ils seront enfin tenus de copier une tête d'après l'un des dessins qui leur seront présentés par l'examinateur.

Tous ces articles sont également obligatoires.

(Les examens s'ouvriront le 15 août à Paris et dans les principales villes de l'Empire.)

Les candidats déclareront, suivant l'usage (à MM. les examinateurs d'admission), le service auquel ils se destinent, et subsidiairement tous les autres, dans l'ordre suivant lequel ils doivent y entrer; mais au lieu d'être reçus dans les services publics en entrant à l'École, et d'après le résultat d'examen d'admission, ils n'y seront classés qu'en quittant l'École et d'après les résultats des examens de sortie. Ainsi leur état ne dépendra plus seulement de leur premier examen, mais de leurs succès dans le cours entier de leurs études. Le conseil a regardé cette mesure comme un acte de justice envers les élèves, et comme le principe d'une émulation favorable à leurs progrès.

§. III. PERSONNEL.

Le conseil de perfectionnement avoit décidé, dans sa session de 1806, que M. Poisson, instituteur d'analyse, et M. Labey, instituteur de mécanique, changeroient de cours; d'après cette mutation, agréable aux professeurs et favorable à l'instruction, M. Poisson a commencé son cours de mécanique le 23 avril 1807.

Les besoins urgens des services publics n'ont pas permis cette année de conserver d'anciens élèves pour remplir les fonctions de chefs d'étude dans les brigades de la 2e. division composée des nouveaux admis; ces places ont été confiées aux sujets placés à la tête de la dernière promotion; pour les mettre en état de remplir ces places avec distinction, M. Monge leur a fait pendant deux mois un cours particulier. Les leçons de ce célèbre professeur reçues par les élèves élite de l'École Polytechnique, ont produit les heureux effets qu'on devoit en attendre.

Etat-major du bataillon de l'Ecole Impériale Polytechnique, au 1er. mai 1807.

MM.	Lacuée, ...	*gouverneur,*	grand officier de la légion d'honneur.
	Gayvernon,	*commandant en second*	légionnaire.
	Davignon, .	*chef de bataillon,*	*Idem.*
	Marielle, ...	*capitaine-quartier-maître-trésorier.*	
	Redon, ...	*capitaine,*	*Idem.*
	Richard, ...	*capitaine,*	*Idem.*
	Bourdellet, .	*lieutenant,*	*Idem.*
	Letroublon,	*lieutenant,*	*Idem.*
	Rostan, ...	*adjudant,*	*Idem.*
	Clément, ...	*adjudant,*	*Idem.*

Le Bulletin de la Grande-Armée, du 9 février 1807, a consacré la conduite héroïque et la mort glorieuse du colonel Antoine *Lacuée* à la bataille d'Eylan. Cet officier étoit frère du colonel Lacuée (1) tué l'an dernier aux ponts sous Gunzbourg, et neveu de M. le Gouverneur de l'École impériale Polytechnique.

§. IV. PERSONNEL DES ÉLÈVES.

M. Bertrand, cité page 127 de cette Correspondance, a été nommé général de division de l'arme du génie; il a pour aide-

(1) Voyez la Correspondance, page 203.

de-camp M. Paporet, de la promotion de 1797, capitaine du génie, membre de la légion d'honneur.

M. Joseph Goll de la promotion de 1795, M. Prevost-Vernoy de la promotion de 1795, ont été nommés chefs de bataillon du génie militaire.

M. Mathieu, officier très-distingué, de la promotion de 1803, a été tué au siége de Neiss, en Silésie.

M. Gaultier, de la promotion de 1799, a été nommé professeur de mathématiques et de géométrie descriptive au Conservatoire des Arts et Métiers, administré par MM. Molard et Montgolfier.

---

§. V. ACTES DU GOUVERNEMENT.

Paris, le 28 avril 1807.

J. G Lacuée, Conseiller d'Etat, Gouverneur de l'Ecole Impériale Polytechnique, à M. de Vernon, commandant en second l'Ecole Impériale Polytechnique.

J'ai l'honneur de vous adresser, Monsieur, copie d'un article de mon instruction approuvée par le Ministre; je vous autorise à donner connaissance de cette décision aux différens instituteurs des écoles préparatoires.

« Tout aspirant à l'Ecole Impériale Polytechnique à qui un « professeur du lycée ou de tout autre établissement autorisé « délivrera un certificat dans lequel il déclarera qu'il croit en « son ame et conscience que N....., son élève, est assez ins- « truit pour être admis à l'Ecole Impériale Polytechnique, ob- « tiendra du conseil de recrutement un sursis de départ jusqu'au « 1er. novembre; à cette époque il devra être rendu à l'Ecole « Impériale Polytechnique, s'il y est admis; dans le cas con- « traire, il sera dirigé sur l'un des corps qui se recrutent dans « le département. »

J'ai l'honneur de vous saluer avec une considération distinguée,

Signé J. G. Lacuée.

PRÉCIS

Sur l'Ecole Impériale Polytechnique.

Leurs Majestés le roi de Naples et le roi de Hollande ayant demandé des détails sur la création et sur l'organisation de l'École Polytechnique, M. le Gouverneur a fait rédiger le Précis suivant. On a pensé que les détails qu'il contient pourroient intéresser les élèves et les personnes qui ne connoissent que depuis peu de tems l'École Polytechnique. C'est ce motif qui a engagé à l'insérer dans la *Correspondance*.

L'École impériale Polytechnique, connue d'abord sous le nom d'*École centrale des travaux publics*, fut créée dans ces tems malheureux où les écoles spéciales des services publics tout-à-fait désorganisées, avoient vu fuir de leur sein les professeurs et les élèves, les uns pour se soustraire à la persécution, les autres pour aller servir dans nos armées. A cette époque, la France attaquée par l'Europe entière, réclamoit le secours d'ingénieurs habiles, et étoit menacée de n'en plus trouver. Ce fut dans de telles circonstances que des hommes également distingués par leurs vastes connoissances et par un patriotisme éclairé, conçurent le projet de créer une école qui remplaçât celle qu'on venoit de détruire. Bientôt toute l'élite de la jeunesse se réunit à la voix de tels maîtres qui se dévouoient si généreusement à son instruction; et trois mois s'écoulèrent à peine que déjà cette institution avoit pris un caractère assez imposant pour forcer les ennemis mêmes des sciences, à respecter l'asyle où elles s'étoient réfugiées.

Nous allons rapporter sommairement les différens décrets, lois, arrêtés et dispositions relatifs à la création et à l'organisation de l'École Polytechnique.

D'abord un article du décret de la Convention, du 21 ventôse an II (11 mars 1794), portant établissement d'une commission des travaux publics, est ainsi conçu :

« Cette commission s'occupera de l'établissement d'une école « centrale des travaux publics, et du mode d'examen et de con- « cours auxquels sont assujettis ceux qui voudront être employés à « la direction de ces travaux. »

Un autre décret du 7 vendémiaire an III, règle l'organisation de l'école centrale des travaux publics, et en fixe l'ouverture au

10 frimaire suivant (1); mais plusieurs circonstances retardèrent cette ouverture jusqu'au 21 décembre (1er nivose an III) de la même année. D'après une disposition de ce dernier décret, un concours fut ouvert dans 22 villes principales de la France, et l'on admit 391 élèves (2) qui fournirent les preuves de leur instruction et de leur intelligence, dans un examen sur l'arithmétique, les élémens d'algèbre et la géométrie.

Première organisation de l'Ecole Impériale Polytechnique.

La première organisation, sous le titre d'*École centrale des travaux publics*, est du 26 novembre 1794 (6 frimaire an III). Elle fixe le mode d'enseignement qui a toujours eu deux branches principales, les sciences mathématiques et les sciences physiques. Les premières comprennent, 1°. l'analyse avec ses applications à la géométrie et à la mécanique; 2°. la géométrie descriptive, qui se divise en trois parties, *géométrie descriptive pure*, *architecture et fortifications*, et à laquelle se trouve joint le dessin, considéré soit comme un moyen peu rigoureux, il est vrai, mais souvent le seul possible de décrire les objets.

Les sciences physiques renferment la physique générale et la chimie. Ce qui distingue cet enseignement de tous ceux qui avoient été pratiqués jusqu'alors, c'est que les élèves travaillent dans l'intérieur même de l'Ecole; qu'ils sont distribués par salles pour le dessin de la géométrie descriptive et l'étude de l'analyse; qu'ils ont des laboratoires pour s'exercer aux manipulations chimiques; et qu'ils exécutent de leurs propres mains les dessins, les calculs et les opérations chimiques qui ont été l'objet des leçons orales des professeurs.

Ce mode d'enseignement est le caractère distinctif de l'Ecole Polytechnique. A l'origine, la durée des études pour chaque jour étoit de 9 heures; savoir : de 8 heures du matin à 2 heures après midi, et de 5 heures du soir à 8; et celle du cours entier devoit être de trois ans. Comme les élèves avoient été admis à-la-fois, avec une instruction à-peu-près égale, et qu'il falloit pouvoir les distribuer en trois classes pour suivre chacune des trois années d'étude, on imagina de faire des cours préliminaires dans lesquels chaque professeur présenta le tableau concis de la science qu'il avoit à traiter; il en résulta un ensemble de programmes précieux et pour les élèves et pour les professeurs eux-mêmes.

(1) Voyez les développemens de ce décret (petite brochure).

(2) Voyez leurs noms, n°. 4 de la Correspondance.

A la fin de ces cours préliminaires qui durèrent trois mois, du 21 décembre 1794 (1er. nivose an III) au 21 mars (1er. germinal), les élèves furent divisés en trois classes, qui suivirent alors les cours institués pour chacune d'elles; et chaque classe ou division fut partagée en brigades de 20 élèves : chaque brigade eut sa salle d'étude et son laboratoire de chimie, et elle fut présidée par un chef capable d'entretenir l'ordre et de lever les difficultés que les élèves rencontroient dans leur travail. D'après la marche habituelle que devoit suivre l'École, il falloit choisir ces chefs parmi les élèves les plus instruits; mais, à l'origine, ce mode d'élection n'étoit pas praticable; un certain nombre de jeunes gens du plus grand mérite reçurent une instruction particulière dans une école préparatoire, et se mirent en état d'exercer les fonctions de chefs.

Pour former cette école préparatoire qui fut ouverte vers le milieu de novembre 1794, on choisit une maison qui étoit à la disposition du comité de salut public, et qui renfermoit un laboratoire de chimie dirigé par M. Guyton, un atelier pour la fabrication des lames de sabre, et plusieurs salles très-vastes. M. Monge, à qui l'Ecole Polytechnique doit sa création, y donna des leçons de géométrie descriptive et d'analyse appliquée à la géométrie; il fut aidé dans ce travail par M. Hachette, qu'il avoit choisi pour son adjoint; M. Jacotot, actuellement proviseur au lycée de Dijon, et M. Barruel, auteur des Tableaux de physique, et bibliothécaire de l'Ecole Polytechnique, y firent des cours de chimie et de physique.

Le 21 mars 1795, époque à laquelle l'École Polytechnique fut mise en activité, les 25 élèves les plus distingués de l'École préparatoire furent nommés chefs de brigade; on trouvera dans le N°. 4 de la Correspondance, page 93, la liste de ces chefs, parmi lesquels on remarque MM. Berge, Biot, Francœur, Malus, etc., etc.

Il ne suffisoit pas d'avoir des hommes capables de transmettre l'instruction, il falloit encore préparer les porte-feuilles des professeurs de géométrie descriptive. Chacune des parties de cette science, telles que la géométrie descriptive pure qui n'avoit jamais été enseignée publiquement, la coupe des pierres, la charpente, la perspective, les ombres, l'architecture, les travaux civils et la fortification, exigeoit une collection de dessins et d'épures gravés. Une réunion des meilleurs dessinateurs de Paris, dirigée par MM. les instituteurs, s'occupa sans relâche de la confection des dessins qui devoient servir de modèles et être distribués à la suite de chaque leçon : en même tems des artistes très-distingués moulèrent

en plâtre des modèles de coupe des pierres et d'architecture. Tous ces établissemens provisoires mirent en état de fixer l'ouverture de l'École au 21 décembre 1794 (1er. nivose an III), conformément à son organisation du 26 novembre précédent (6 frimaire an III).

D'après cette organisation, l'Ecole étoit dirigée, tant pour l'administration que pour l'instruction, par un conseil formé par les administrateurs et les instituteurs. Le tableau ci-joint pag. 333, fait connoître le nom des membres de ce conseil à son origine.

Seconde organisation de l'Ecole Impériale Polytechnique.

Un décret du 1er. septembre 1795 (15 fructidor an III) changea le nom d'*École centrale des travaux publics* en celui d'*École Polytechnique*, et détermina le mode d'admission des élèves de cette école dans les services publics.

Cette seconde organisation de l'Ecole Polytechnique differe peu de la première; elle fixe d'une manière plus précise le mode d'examen pour le passage aux écoles d'application des services publics; elle est du 20 mars 1796 (30 ventôse an 4).

Troisième organisation de l'Ecole Impériale Polytechnique.

L'Ecole Polytechnique avoit suppléé, dès sa naissance, à la foiblesse des moyens que les différentes écoles d'application présentoient pour l'entretien des corps d'ingénieurs. Cependant on avoit conservé ces mêmes écoles; sauf ou à les supprimer au cas que l'Ecole Polytechnique les rendît inutiles, ou à les organiser pour des élèves qui auroient reçu l'instruction polytechnique. Ce fut ce dernier parti que l'on adopta.

Une loi du 22 octobre 1795 (30 vendémiaire an IV) fixa les relations de l'Ecole Polytechnique avec les écoles d'Artillerie, du Génie, des Ponts et Chaussées, des Mines, des Constructions de vaisseaux, et des Ingénieurs géographes. La durée des études dans ces écoles étoit au moins de deux ans, et chaque élève de l'Ecole Polytechnique ne devant plus acquérir que les connoissances générales de l'ingénieur pour se livrer ensuite plus spécialement au service public de son choix, la durée des cours de l'Ecole Polytechnique qui étoit de trois ans, fut réduite à deux, ce qui exigea une nouvelle organisation, qui date du 16 décembre 1799 (25 frimaire an VIII), et qui diffère des deux premières par

le nombre des agens et par la formation d'un conseil de perfectionnement.

Par cette organisation on supprima deux professeurs de géométrie descriptive appliquée, un professeur de physique, trois professeurs de chimie, un préparateur général de chimie, trois substituts de l'inspecteur des études, un conservateur des modèles et son adjoint; enfin les deux places de bibliothécaire et de secrétaire du conseil d'instruction furent réunies en une seule.

Le titre 7 de la même organisation du 25 frimaire an VIII, règle la composition d'un conseil de perfectionnement qui doit s'assembler chaque année pour examiner la situation de l'école, en perfectionner l'instruction, et établir des relations avec les écoles des services publics (1).

On a vu dans les trois organisations précédentes le mode d'instruction bien établi, les heures de travail fixées, et une police sévère entretenue dans les salles d'étude, mais les lois n'avoient rien statué sur l'existence des élèves hors de l'enceinte de l'Ecole. Le danger qu'une jeunesse livrée à elle-même couroit au milieu de Paris, avoit déjà alarmé le fondateur de l'École; les articles 4, 5, 6 et 7 du titre III de la première organisation du 26 novembre 1794, avoient pour objet de diminuer ce danger en confiant les élèves à des amis de leur famille ou à des maîtres de pension honnêtes. L'expérience démontra bientôt que ces mesures étoient insuffisantes. Depuis longtems on méditoit le projet de les caserner. D'ailleurs les services publics militaires employant environ les trois quarts des élèves sortans de l'Ecole Polytechnique, on regarda comme indispensable de les habituer de bonne heure à un régime militaire; ce qui détermina l'organisation suivante.

Quatrième organisation de l'Ecole Impériale Polytechnique.

Un décret impérial du 16 juillet 1804 (27 messidor an XII) détermine l'organisation militaire de l'Ecole Polytechnique. (Il est inséré dans la Correspondance, pag. 69.)

Un rapport de M. le gouverneur à S. M. l'Empereur, fait connoître la situation de l'Ecole au 27 février 1806.

Le rapport du conseil de perfectionnement, d'après sa session de l'an 1805 (an XIV), contient les programmes des différens cours, et donne tous les développemens nécessaires sur l'objet et la durée des études de l'Ecole Polytechnique. En comparant ce

(1) Voyez la Correspondance, pag. 168.

rapport à ceux qui l'ont précédé, on voit que les principaux changemens dans l'instruction consistent :

1°. Dans la création d'une chaire de grammaire et belles-lettres, occupée par M. Andrieux.

2°. Dans la réunion du cours des mines à celui des travaux et constructions civiles.

3°. Dans l'addition d'un cours sur les élémens des machines à celui de géométrie descriptive.

4°. Dans l'addition d'un cours de topographie à celui d'art militaire.

Le rapport du conseil de perfectionnement, d'après sa session de l'an 1806, donne la série complette des programmes d'instruction, suivant les bases adoptées dans la session précédente.

Les sujets nombreux fournis aux services publics à la fin de l'année, et les résultats avantageux qu'offrent les comptes de l'administration, sont la preuve la plus certaine que le régime actuel de l'Ecole, loin d'avoir nui aux études, n'a servi qu'à les favoriser. Les élèves ont d'ailleurs trouvé dans ce régime la santé et l'habitude du travail; les parens, la conservation des mœurs de leurs enfans; l'Etat enfin, des hommes habitués à la subordination, instruits dans les exercices militaires, et susceptibles, quelle que soit la carrière qu'ils suivent, de le servir à-la-fois de la plume et de l'épée.

NOTICE HISTORIQUE

Sur les Ecoles de services publics.

Artillerie. Une école d'artillerie avoit été établie à Douay en 1679 ; elle subsista peu de tems. Ce ne fut qu'en 1720 que Louis XV en forma dans toutes les villes de garnison des troupes d'artillerie, telles qu'elles existent encore actuellement.

En 1756, on institua à la Fère une école d'*élèves* du corps d'artillerie. Un académicien les examinoit tous les six mois, et sur son rapport, ils passoient aux emplois d'officiers. Cette école d'élèves, détruite en 1772, fut rétablie à Châlons-sur-Marne, en 1790; elle a été réunie à celle du génie (établie à Metz) en octobre 1802.

Ponts et chaussées. L'école des ponts et chaussées a été créée en 1747 par M. de Trudaine. M. Perronet en a été nommé le directeur à l'époque de sa création.

Génie militaire. L'école du génie a été créée en 1748, sous le ministère de M. d'Argenson. MM. Chatillon et Duvignau en ont fondé l'institution. Cette école compte parmi ses professeurs les Nollet, Bezout, Bossut, Monge, etc.

Génie maritime. L'école des ingénieurs constructeurs a été établie à Paris en 1765 ; elle a été transférée à Brest en 1802.

Mines. L'école des mines a été créée en 1794. Les premiers professeurs de cette école étoient MM. Vauquelin, Hassenfratz, Haüy, Schreiber; les cours se faisoient à Paris, à l'administration des mines. Une loi du 12 février 1802 a transformé l'école des mines de Paris en deux écoles pratiques établies l'une à Moutiers, département du Mont-Blanc, et l'autre à Greeslautern, département de la Sarre.

LISTE des membres du Conseil d'instruction et d'administration de l'Ecole Polytechnique, à l'époque de sa formation (frimaire an 3, novembre 1794).

Administration.	Lamblardie........(1)	Directeur.
	C. Gardeur Lebrun. (2)	Adjoint, chargé du personnel des élèves.
	Gasser..............	Adjoint, chargé du matériel.
Analyse.	Lagrange.	Instituteurs.
	Prony.	
	Arbogast.	
	Ferry.	

(1) Jacques-Elie Lamblardie, inspecteur général et directeur de l'école des ponts et chaussées, est mort le 6 frimaire an 6 (26 novembre 1797), âgé de 50 ans. Ayant quitté la direction de l'Ecole Polytechnique, il avoit remplacé M. Delorme, instituteur de cette Ecole, chargé du cours des ponts et chaussées.

(2) Charles Gardeur Lebrun, inspecteur des études de l'Ecole Polytechnique, est mort le 7 fructidor an 9 (25 août 1801), âgé de 57 ans. Il a été remplacé dans les mêmes fonctions par M. Claude Lebrun, son frère.

Géométrie descriptive.	Monge. Delorme. Dobenheim.	Instituteurs.
	Hachette. Martin de Campredon. Baltard.	Adjoints.
Dessin........	Neveu...............	Instituteur.
Physique générale.	Hassenfratz..........	Instituteur.
	Barruel...............	Adjoint.
Physique particulière.	Fourcroy. Guyton. Berthollet.	Instituteurs.
	Vauquelin. Pelletier. (1) Chaptal.	Adjoints.

Secrétaire du conseil, M. Jacotot.

Le conseil étoit présidé par l'un de ses membres choisi au scrutin. M. Lagrange a le premier occupé la place de président; M. Guyton présidoit le conseil, avec le titre de directeur, à l'époque de la création d'un gouverneur.

---

(1) Bernard Pelletier, membre de l'Institut, mort le 21 juillet 1797, âgé de 35 ans.

Voyez les articles *Nécrologie*, dans le Journal de l'Ecole, 5e. cahier, pag. 179, et 11e. cahier, pag. 356.

ERRATA.

N°. 7, page 263, ligne 15, au lieu de Mecquot, *lisez* : Mocquot.
Idem, page 264, ligne 2, au lieu de Dollustz, *lisez* : Dollfusz.

N°. 8, page 287, ligne 18, au lieu de $-\frac{1}{3}\zeta$, *lisez* : $-\frac{1}{3}$.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE NUMÉRO.

Sur les figures contenues dans les deux planches jointes à ce Numéro.

PLANCHE Ire.

Fig. 1, 2, 3,.....	*Trigonométrie sphérique.*
Fig. 4,...........	*Mémoire de mécanique*; par M. Poisson.
Fig. 5, 6,........	*Solution d'un problème de géométrie, par la règle seulement.*
Fig. 7, 8, 9, 10,.	*Mémoire de géométrie*; par M. Brianchon.
Fig. 11,..........	*Géométrie analytique*; par M. Puissant.

PLANCHE IIe.

Fig. 1, 2, 3,.....	*Perspective linéaire par la méthode des points de concours.*

CORRESPONDANCE
SUR
L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

Rédigée par M. HACHETTE.

N°. 9. *Janvier* 1808.

§. I. GEOMETRIE ANALYTIQUE.

De la ligne droite et du plan, rapportés à des coordonnées obliques, par M. FRANÇAIS, *capitaine au corps impérial du génie.*

I. Les équations de la ligne droite et du plan, rapportés à des coordonnées obliques, sont évidemment de la même forme que celles rapportées à des coordonnées rectangulaires; mais les coefficiens des variables ont nécessairement d'autres significations, et ont entre eux des relations qui dépendent des angles que les coordonnées obliques font entre elles. Les équations de condition pour que deux droites, ou deux plans, ou une droite et un plan fassent entre eux des angles donnés, dépendent aussi des angles des coordonnées, et diffèrent par conséquent de celles qu'on a dans un système de coordonnées rectangulaires. Nous nous proposons de faire voir en quoi consistent ces différences.

Nous nous servirons des mêmes notations que dans le Mémoire sur la transformation des coordonnées. (*Voyez le* 14e. *cahier du Journal de l'Ecole Polytechnique, page* 182.) Pour indiquer l'angle formé par deux axes, on écrit ces deux axes entre parenthèses, en les séparant par une virgule; sin (x, y') indique le sinus de l'angle formé par l'axe des x avec celui des y'; $(xy; x'z')$ est l'angle formé par le plan des xy avec celui des $x'z'$; (z', xz) indique l'angle formé par l'axe des z' avec le plan des xz.

Soit (fig. 1) $AXZ'YX'ZY'M$ (1) le parallélipipède formé par les trois plans coordonnés et les trois plans projettans, qui déterminent le point M,

$$AX=x,\ AY=y,\ AZ=z,\ AM=\rho;$$

on aura

$$(1)\quad \rho^2=x^2+y^2+z^2+2xy\cos(x,y)+2xz\cos(x,z)+2yz\cos(y,z).$$

Soit de plus

$$(2)\qquad x=a\rho,\ y=b\rho,\ z=c\rho;$$

ce qui donne

$$(3)\qquad \rho=\frac{x}{a}=\frac{y}{b}=\frac{z}{c},\ \text{ou}\ cx=az,\ cy=bz,$$

qui sont les équations des projections de la droite AM.

En substituant les valeurs (2) dans l'équation (1), on trouve entre les coëfficiens a, b, c, la relation suivante :

$$(4)\quad 1=a^2+b^2+c^2+2ab\cos(x,y)+2ac\cos(x,z)+2bc\cos(y,z).$$

En abaissant des points X et Y' des perpendiculaires sur AM, on voit que cette ligne est composée de trois parties $x\cos(\rho,x)$, $y\cos(\rho,y)$, $z\cos(\rho,z)$; ce qui donne

$$(5)\qquad \rho=x\cos(\rho,x)+y\cos(\rho,y)+z\cos(\rho,z);$$

en substituant dans cette équation les valeurs (2), on obtient entre a, b, c, la relation

$$(6)\qquad 1=a\cos(\rho,x)+b\cos(\rho,y)+c\cos(\rho,z).$$

Cette équation devant être identique avec l'équation (4), on trouve

$$(7)\qquad \begin{aligned} \cos(\rho,x)&=a+b\cos(x,y)+c\cos(x,z),\\ \cos(\rho,y)&=b+c\cos(y,z)+a\cos(x,y),\\ \cos(\rho,z)&=c+a\cos(x,z)+b\cos(y,z); \end{aligned}$$

d'un autre côté, la seule inspection de la figure, fait voir qu'on a

(1) Le lecteur fera facilement cette figure en perspective : il tracera un parallélogramme $AXZY$, et il marquera des lettres Z, Y', M, X' les extrémités des arêtes égales partant des points A, X, Z', Y.

$$(8)\quad a=\frac{\sin(\rho,yz)}{\sin(x,yz)},\quad b=\frac{\sin(\rho,xz)}{\sin(y,xz)},\quad c=\frac{\sin(\rho,xy)}{\sin(z,xz)};$$

valeurs, qui étant substituées dans les équations (7), (4) et (6), fournissent entre les différens angles du système des coordonnées et de la droite AM les relations suivantes :

$$(9)\ \left\{\begin{aligned}
\cos(\rho,x)&=\frac{\sin(\rho,yz)}{\sin(x,yz)}+\cos(x,y)\frac{\sin(\rho,xz)}{\sin(y,xz)}+\cos(x,z)\frac{\sin(\rho,xy)}{\sin(z,xy)},\\
\cos(\rho,y)&=\frac{\sin(\rho,xz)}{\sin(y,xz)}+\cos(y,z)\frac{\sin(x,xy)}{\sin(z,xy)}+\cos(x,y)\frac{\sin(\rho,yz)}{\sin(x,yz)},\\
\cos(\rho,z)&=\frac{\sin(\rho,xy)}{\sin(z,xy)}+\cos(x,z)\frac{\sin(\rho,yz)}{\sin(x,yz)}+\cos(y,z)\frac{\sin(\rho,xz)}{\sin(y,xz)};\\
1&=\frac{\sin^2(\rho,yz)}{\sin^2(x,yz)}+\frac{\sin^2(\rho,xz)}{\sin^2(y,xz)}+\frac{\sin^2(\rho,xy)}{\sin^2(z,xy)}\\
&\quad+2\cos(x,y)\frac{\sin(\rho,yz)\sin(\rho,xz)}{\sin(x,yz)\sin(y,xz)}+2\cos(x,z)\frac{\sin(\rho,yz)\sin(\rho,xy)}{\sin(x,yz)\sin(z,xy)}\\
&\quad+2\cos(y,z)\frac{\sin(\rho,xz)\sin(\rho,xy)}{\sin(y,xz)\sin(z,xy)};\\
1&=\cos(\rho,x)\frac{\sin(\rho,yz)}{\sin(x,yz)}+\cos(\rho,y)\frac{\sin(\rho,xz)}{\sin(y,xz)}+\cos(\rho,z)\frac{\sin(\rho,xy)}{\sin(z,xy)}.
\end{aligned}\right.$$

Il est bon d'observer que le procédé que nous avons employé pour parvenir aux équations (3) de la ligne droite passant par l'origine, nous a fourni les expressions les plus simples; mais elles ne se présentent pas toujours sous cette forme. Chacun des coefficiens a, b, c pourroit être multiplié par un facteur constant ; par exemple, si on avoit $l=ka$, $m=kb$, $n=kc$, les équations (3) pourroient être remplacées par

$$nx=lz,\quad ny=mz;$$

mais alors l'équation (4) deviendroit

$$(10)\quad k^2=l^2+m^2+n^2+2lm\cos(x,y)+2ln\cos(x,z)+2mn\cos(y,z),$$

et il faudroit remplacer dans nos formules, a par $\frac{l}{k}$, b par $\frac{m}{k}$, et c par $\frac{n}{k}$.

Soient maintenant les équations d'une seconde droite passant par l'origine

$$(11)\qquad \rho' = \frac{x}{a'} = \frac{y}{b'} = \frac{z}{c'},$$

on aura entre les coefficiens a', b', c' des relations analogues à celles que nous avons trouvées entre a, b, c.

Proposons nous de chercher l'expression de l'angle que ces deux droites font entre elles. Représentons par x'. y', z' les coordonnées de l'extrémité de ρ, et par x'', y'', z'' celles de l'extrémité de ρ'; on aura pour le carré de la droite qui joint ces deux points

$$(12)\quad \rho^2+\rho'^2-2\rho\rho'\cos(\rho,\rho')=(x'-x'')^2+(y'-y'')^2+(z'-z'')^2 \\ +2(x'-x'')(y'-y'')\cos(x,y)+2(x'-x'')(z'-z'')\cos(x,z) \\ +2(y'-y'')(z'-z'')\cos(y,z);$$

en substituant dans le second membre de cette équation pour x', y', z', x'', y'', z'' leurs valeurs en ρ et ρ', elle devient, en vertu de l'équation (4) et de son analogue en a', b', c',

$$\rho^2+\rho'^2-2\rho\rho'\cos(\rho,\rho')=\rho^2+\rho'^2-2\rho\rho'\{aa'+bb'+cc' \\ +\cos(x,y)(ab'+a'b)+\cos(x,z)(ac'+a'c)+\cos(y,z)(bc'+b'c)\};$$

d'où l'on tire

$$(13)\quad \cos(\rho,\rho')=aa'+bb'+cc'+\cos(x,y)(ab'+a'b) \\ +\cos(x,z)(ac'+a'c)+\cos(y,z)(bc'+b'c),$$

ou bien, en vertu des équations (7), et de leurs analogues en a', b', c'

$$(14)\quad \cos(\rho,\rho')=a'\cos(\rho,x)+b'\cos(\rho,y)+c'\cos(\rho,z) \\ =a\cos(\rho',x)+b\cos(\rho',y)+c\cos(\rho',z).$$

Si les équations de ces deux droites avoient été données par les deux systêmes suivans:

$$nx=lz,\ ny=mz;\ n'x=l'z,\ n'y=m'z;$$

les équations (13) et (14) seroient devenues

$$(15)\ \begin{cases} \cos(\rho,\rho')=\dfrac{1}{kk'}\{ll'+mm'+nn'+\cos(x,y)(lm'+l'm) \\ \qquad +\cos(x,z)(ln'+l'n)+\cos(y,z)(mn'+m'n)\}, \\ \cos(\rho,\rho')=\dfrac{1}{k'}\{l'\cos(\rho,x)+m'\cos(\rho,y)+n'\cos(\rho,z)\} \\ \qquad =\dfrac{1}{k}\{l\cos(\rho',x)+m\cos(\rho',y)+n\cos(\rho',z)\}; \end{cases}$$

où k' est composé en l', m', n', comme k l'est en l, m, n.

En égalant à zéro les valeurs (13), (14) ou (15), on a les équations de condition qui expriment que les droites ρ et ρ' sont perpendiculaires entre elles.

La quantité ρ est évidemment la distance à l'origine d'un plan passant par le point M, et perpendiculaire à la droite AM; l'équation (5) est donc celle de ce plan; en faisant $\cos(\rho,x)=A$. $\cos(\rho,y)=B$, $\cos(\rho,z)=C$, elle devient

$$(16)\qquad Ax+By+Cz=\rho;$$

l'équation (6) devient par cette substitution

$$(17)\qquad Aa+Bb+Cc=1,$$

et exprime la relation qui doit exister entre les coefficiens a, b, c, A, B, C, pour que le plan (16) soit perpendiculaire à la droite (3). En faisant la même substitution dans les équations (7), on obtient

$$(18)\quad \begin{aligned} A&=a+b\cos(x,y)+c\cos(x,z), \\ B&=b+c\cos(y,z)+a\cos(x,y), \\ C&=c+a\cos(x,z)+b\cos(y,z); \end{aligned}$$

équations qui déterminent les coëfficiens du plan perpendiculaire à la droite (3), par ceux de cette droite. Pour résoudre la question inverse, il faut tirer les valeurs de a, b, c des trois équations précédentes : elles fournissent, au moyen de l'équation connue

$$\cos(x,y)=\cos(x,z)\cos(y,z)+\sin(x,z)\sin(y,z)\cos(xz,yz),$$

les valeurs suivantes:

$$(19)\left\{\begin{array}{l}
a=\sin(y,z)\,\{A\sin(y,z)-B\sin(x,z)\cos(xz,yz)\\
\qquad\qquad -C\sin(x,y)\cos(xy,yz)\}:F^2,\\
b=\sin(x,z)\,\{B\sin(x,z)-C\sin(x,y)\cos(xy,xz)\\
\qquad\qquad -A\sin(y,z)\cos(xz,yz)\}:F^2,\\
c=\sin(x,y)\,\{C\sin(x,y)-A\sin(y,z)\cos(xy,yz)\\
\qquad\qquad -B\sin(x,z)\cos(xy,xz)\}:F^2;
\end{array}\right.$$

où l'on a

$$F^2=1-\cos^2(x,y)-\cos^2(x,z)-\cos^2(y,z)+2\cos(x,y)\cos(x,z)\cos(y,z).$$

la quantité F est la même que celle que nous avons désignée par cette lettre dans le Mémoire sur la transformation des coordonnées; elle exprime le volume du parallélipipède de la figure, lorsqu'on a $x=1$, $y=1$, $z=1$.

En substituant les valeurs (19) dans l'équation (17), on obtient entre A, B, C, et les angles des coordonnées, la relation suivante:

$$(20)\left\{\begin{array}{l}
A^2\sin^2(y,z)+B^2\sin^2(x,z)+C^2\sin^2(x,y)\\
-2AB\sin(y,z)\sin(x,z)\cos(xz,yz)\\
-2AC\sin(y,z)\sin(x,y)\cos(xy,yz)\\
-2BC\sin(x,z)\sin(x,y)\cos(xy,xz)
\end{array}\right\}=F^2.$$

En observant qu'on a [Mémoire sur la transformation des coordonnées, équations (35)]

$$F=\sin(x,y)\sin(z,xy)=\sin(x,z)\sin(y,xz)=\sin(y,z)\sin(x,yz),$$

les équations (19) et (20) peuvent être mises sous la forme

$$(21)\left\{\begin{array}{l}
a=A:\sin^2(x,yz)-B\cos(xz,yz):\sin(x,yz)\sin(y,xz)\\
\qquad\qquad -C\cos(xy,yz):\sin(x,yz)\sin(z,xy),\\
b=B:\sin^2(y,xz)-C\cos(xy,xz):\sin(y,xz)\sin(z,xy)\\
\qquad\qquad -A\cos(xz,yz):\sin(y,xz)\sin(x,yz),\\
c=C:\sin^2(z,xy)-A\cos(xy,yz):\sin(z,xy)\sin(x,yz)\\
\qquad\qquad -B\cos(xy,xz):\sin(z,xy)\sin(y,xz);
\end{array}\right.$$

$$(22)\left\{\begin{array}{l}
A^2:\sin^2(x,yz)+B^2:\sin(y,xz)+C^2:\sin(z,xy)\\
-2AB\cos(xz,yz):\sin(x,yz)\sin(y,xz)\\
-2AC\cos(xy,yz):\sin(x,yz)\sin(z,xy)\\
-2BC\cos(xy,xz):\sin(y,xz)\sin(z,xy)
\end{array}\right\}=1;$$

au moyen de ces équations on détermine les coefficiens d'une droite perpendiculaire à un plan, par les coefficiens de ce plan. En y substituant pour a, b, c, A, B, C leurs valeurs, on obtient les relations suivantes, qui complettent celles des équations (9)

$$(23)\left\{\begin{array}{l}
\sin(\rho,yz)=\dfrac{\cos(\rho,x)}{\sin(x,yz)}-\cos(xz,yz)\dfrac{\cos(\rho,y)}{\sin(y,xz)}\\
\qquad\qquad -\cos(xy,yz)\dfrac{\cos(\rho,z)}{\sin(z,xy)},\\
\sin(\rho,xz)=\dfrac{\cos(\rho,y)}{\sin(y,xz)}-\cos(xy,xz)\dfrac{\cos(\rho,z)}{\sin(z,xy)}\\
\qquad\qquad -\cos(xz,yz)\dfrac{\cos(\rho,x)}{\sin(x,yz)},\\
\sin(\rho,xy)=\dfrac{\cos(\rho,z)}{\sin(z,xy)}-\cos(xy,yz)\dfrac{\cos(\rho,x)}{\sin(x,yz)}\\
\qquad\qquad -\cos(xy,xz)\dfrac{\cos(\rho,y)}{\sin(y,xz)};
\end{array}\right.$$

$$(24)\left\{\begin{array}{l}
1=\dfrac{\cos^2(\rho,x)}{\sin^2(x,yz)}+\dfrac{\cos^2(\rho,y)}{\sin^2(y,xz)}+\dfrac{\cos^2(\rho,z)}{\sin^2(z,xy)}\\
-2\cos(xz,yz)\dfrac{\cos(\rho,x)\cos(\rho,y)}{\sin(x,yz)\sin(y,xz)}-2\cos(xy,yz)\dfrac{\cos(\rho,x)\cos(\rho,z)}{\sin(x,yz)\sin(z,xy)}\\
-2\cos(xy,xz)\dfrac{\cos(\rho,y)\cos(\rho,z)}{\sin(y,xz)\sin(z,xy)}.
\end{array}\right.$$

L'équation (16) d'un plan, passant à la distance ρ de l'origine, est aussi sous la forme la plus simple : chacun de ses coefficiens pourroit être multiplié par un facteur constant K. Supposons que par cette multiplication ils deviennent L, M, N, R; l'équation (22) se changera en

$$(25)\quad \begin{cases} L^2 : \sin^2(x, yz) + M^2 : \sin(y, xz) + N^2 : \sin^2(z, xy) \\ \quad - 2LM \cos(xz, yz) : \sin(x, yz) \sin(y, xz) \\ \quad - 2LN \cos(xy, yz) : \sin(x, yz) \sin(z, xy) \\ \quad - 2MN \cos(xy, xz) : \sin(y, xz) \sin(z, xy) = K^2; \end{cases}$$

et il faudra mettre dans nos formules $\frac{L}{K}$, $\frac{M}{K}$, $\frac{N}{K}$, $\frac{K}{R}$, à la place de A, B, C, ρ; K étant déterminé par l'équation précédente.

Soit actuellement

$$(26)\qquad A'x + B'y + C'z = \rho'$$

l'équation d'un plan perpendiculaire à la droite (11), et passant par l'extrémité de ρ', on aura $A' = \cos(\rho', x)$, $B' = \cos(\rho', y)$, $C' = \cos(\rho', z)$; et les relations entre A', B', C', a', b', c' seront les mêmes que celles que nous venons de trouver entre A, B, C, a, b, c.

Cherchons l'expression des angles que ce plan fait avec la droite (3) et avec le plan (16). Il est évident que le premier de ces angles est le complément de celui formé par les droites (5) et (11), et que le second en est le supplément : Les équations (14) fourniront donc pour le sinus de l'angle que le plan (26) fait avec la droite (3) la valeur suivante :

$$(27)\qquad aA' + bB' + cC';$$

dont le sinus de l'angle formé par une droite et un plan quelconques, représentés par les équations

$$(28)\qquad nx = lz, \; ny = mz; \qquad Lx + My + Nz = R,$$

sera

$$(29)\qquad \frac{lL + mM + nN}{Kk},$$

K et k étant donnés par les équations (10) et (25).

L'expression (27), prise négativement, sera le cosinus de l'angle formé par les plans (16) et (26) : en y mettant pour a, b, c leurs valeurs (21), ce cosinus deviendra

$$(30)\quad -\Big\{ AA' : \sin^2(x, yz) + BB' : \sin^2(y, xz) + CC' : \sin^2(z, xy) \\ - \cos(xz, yz)\,(AB' + A'B) : \sin(x, yz) \sin(y, xz) \\ - \cos(xy, yz)\,(AC' + A'C) : \sin(x, yz) \sin(z, xy) \\ - \cos(xy, yz)\,(BC' + B'C) : \sin(y, xz) \sin(z, xy) \Big\}.$$

Lorsque les deux plans sont quelconques et representés par les équations

$$Lx + My + Nz = R, \qquad L'x + M'y + N'z = R',$$

il faudra substituer dans l'expression (30) $\frac{L}{K}$, $\frac{M}{K}$, $\frac{N}{K}$, $\frac{L'}{K'}$, $\frac{M'}{K'}$, $\frac{N'}{K'}$ à la place de A, B, C, A', B', C'; K et K' étant déterminés par l'équation (25) et par son analogue en L', M', N'.

En égalant à l'unité les formules (27) et (29), et à zéro la formule (30), on a les conditions pour qu'une droite soit perpendiculaire à un plan, et pour que deux plans soient perpendiculaires entre eux.

Faisons à présent le rapprochement de nos formules avec celles qui ont lieu dans un système de coordonnées rectangulaires. Il pourra leur servir, en quelque sorte, de vérification.

En supposant les coordonnées rectangulaires, notre formule (1), qui exprime la distance d'un point quelconque à l'origine, devient

$$(31)\qquad \rho^2 = x^2 + y^2 + z^2,$$

qui coïncide avec l'expression connue de cette distance. Les équations (7) et (8), deviennent dans le même cas

$$(32)\qquad a = \cos(\rho, x) = \sin(\rho, yz), \quad b = \cos(\rho, y) = \sin(\rho, xz), \\ c = \cos(\rho, z) = \sin(\rho, xy);$$

ce qui transforme les équations (4) et (6) en

$$(33)\qquad 1 = a^2 + b^2 + c^2 = \cos^2(\rho, x) + \cos^2(\rho, y) + \cos^2(\rho, z) \\ = \sin^2(\rho, yz) + \sin^2(\rho, xz) + \sin^2(\rho, xy),$$

résultats entièrement conformes aux relations qui existent entre les coefficiens de la ligne droite, rapportée à un systême rectangulaire.

Mais c'est sur-tout le systême des équations (9), (23) et (24) qui

caractérise la différence qui existe entre les coordonnées rectangulaires et les coordonnés obliques, en établissant les relations qui ont eu lieu entre les angles formés par une droite ρ avec les axes et les plans coordonnées. Toutes ces relations rentrent dans les équations (32) et (33), en supposant le système rectangulaire.

Les équations (13), (14), (15), et les valeurs (27), (29) et (30), qui déterminent les angles formés par deux droites, par une droite et un plan, et par deux plans, rentrent aussi dans les formules connues, en faisant la même supposition.

Les équations (19) et (20) font voir, comment les coefficiens a, b, c, A, B, C dépendent du volume, ou de l'angle trièdre formé par les plans coordonnés : elles se vérifient aussi dans la supposition d'un système de coordonnées rectangulaires.

N. B. Nous n'avons donné que les équations des droites passant par l'origine, parce que celles des droites, qui leur seroient parallèles, se déterminent de la même manière que dans un système de coordonnées rectangulaires, et que nous ne nous sommes proposé de faire voir que la différence des relations qui existent entre les coefficiens d'un système oblique, et entre ceux d'un système rectangulaire.

22 septembre 1807.

Application de ce qui précède à la solution du problême de M. Hachette (Corresp. sur l'Ecole Polytec. pag. 319).

II. Etant donnée une pyramide triangulaire, on propose de la couper par un plan en deux parties équivalentes en volume, de telle manière que l'aire de la section plane, qui sépare les deux parties, soit un *minimum*?

J'emploierai à la solution de ce problême les coordonnées obliques, et je citerai à cet effet les équations de mon Mémoire sur la ligne droite et le plan rapportés à ce genre de coordonnées, en les indiquant par les mêmes numéros.

Soient

$$x=0,\ y=0,\ z=0,\ Ax+By+Cz=\rho,$$

les équations des quatre plans formant la pyramide, et V son volume, on aura $V=\dfrac{\rho^3 F}{6\,ABC}$, F ayant la même valeur que dans le Mémoire susdit, pag. 342.

Soit de plus

$$A'x+B'y+C'z=\rho'$$

l'équation du plan coupant; ce plan formera avec les plans coordonnés une seconde pyramide, dont le volume V' doit être la moitié de V, on aura donc

$$V'=\tfrac{1}{2}V,\ \text{ce qui donne}\ \frac{\rho'^3}{A'B'C'}=\frac{1}{2}\,\frac{\rho^3}{ABC},$$

ou

$$\rho'^3=\frac{3\,V}{F}\cdot A'B'C'.$$

Il est évident que l'aire S du plan coupant est égale à $\dfrac{3\,V'}{\rho'}$, ce qui donne

$$S=\frac{3\,V'}{\rho'}=\frac{3}{2}\,\frac{V}{\rho'};$$

quantité qui doit être un *minimum*; or la quantité V étant constante, ρ' devra être un *maximum*. Mais ρ' étant égal à $\sqrt[3]{A'B'C'}$, multipliée par une constante, le produit $A'B'C'$ sera aussi un *maximum*. On a de plus entre les coefficiens A', B', C' la relation

$$(20)\left\{\begin{array}{l} A'^2\sin^2(y,z)+B'^2\sin^2(x,z)+C'^2\sin^2(x,y)\\ \quad -2\,A'B'\sin(y,z)\sin(x,z)\cos(yz,xz)\\ \quad -2\,A'C'\sin(y,z)\sin(x,y)\cos(yz,xy)\\ \quad -2\,B'C'\sin(x,z)\sin(x,y)\cos(xz,xy)\end{array}\right\}=F^2.$$

Donc les conditions du *minimum* demandé se réduisent à

$$(a)\qquad d.(A'B'C')+kd.F^2=0,$$

la valeur de F étant donnée par l'équation (20). En effectuant les différentiations indiquées par rapport à A', B', C', égalant séparément à zéro les coefficiens de dA', dB', dC', et éliminant k, on obtient deux équations, qui étant combinées avec l'équation (20) fournissent les suivantes :

$$(b)\left\{\begin{array}{l} A'.\sin(y,z)\{A'\sin(y,z)-B'\sin(x,z)\cos(xz,yz)\\ \qquad -C'\sin(x,y)\cos(xy,yz)\}:F^2=\frac{1}{3},\\ B'.\sin(x,z)\{B'\sin(x,z)-C'\sin(x,y)\cos(xy,xz)\\ \qquad -A'\sin(y,z)\cos(xz,yz)\}:F^2=\frac{1}{3},\\ C'.\sin(x,y)\{C'\sin(x,y)-A'\sin(y,z)\cos(xy,yz)\\ \qquad -B'\sin(x,z)\cos(xy,xz)\}:F^2=\frac{1}{3},\end{array}\right.$$

on tirant de ces trois équations les valeurs de A', B', C', on pourroit déterminer la direction de la droite ρ', et en les substituant dans l'equation $\rho'^3 = \frac{3V}{F} . A'B'C'$, on obtiendroit la longueur de cette droite. Menant ensuite un plan perpendiculaire à cette droite, et passant par son extrémité, le problème seroit résolu. Mais nous allons y parvenir d'une manière plus simple, et qui jettera plus de jour sur sa solution.

En substituant dans les équations (b) à la place des coefficiens de A', B', C' leurs valeurs (19), elles deviennent

$$(c) \qquad A'a' = \tfrac{1}{3}, \quad B'b' = \tfrac{1}{3}, \quad C'c' = \tfrac{1}{3};$$

a', b', c' étant les coefficiens des équations de la droite ρ', perpendiculaire au plan cherché. On voit donc d'abord que, dans ce cas, l'équation $A'a' + B'b' + C'c' = 1$, qui exprime que la droite ρ' est perpendiculaire au plan cherché, se partage en trois parties égales. Substituons maintenant dans les équations (c) pour A', B', C', a', b', c' leurs valeurs $\cos(\rho', x)$, $\cos(\rho', y)$, $\cos(\rho', z)$, $\frac{\sin(\rho', yz)}{\sin(x, yz)}$, $\frac{\sin(\rho', xz)}{\sin(y, xz)}$, $\frac{\sin(\rho', xy)}{\sin(z, xy)}$; elles deviendront

$$(d) \qquad \frac{\cos(\rho', x)\sin(\rho', yz)}{\sin(x yz)} = \tfrac{1}{3}, \quad \frac{\cos(\rho', y)\sin(\rho', xz)}{\sin(y, xz)} = \tfrac{1}{3}, \quad \frac{\cos(\rho', z)\sin(\rho', xy)}{\sin(z, xy)} = \tfrac{1}{3}.$$

En prenant sur les axes des coordonnées, formant les arêtes de l'angle trièdre constant de notre pyramide, trois longueurs égales à l'unité, pour former une pyramide inscriptible dans la sphère, ayant son sommet au centre, le sextuple du volume de cette pyramide sera exprimé par

$$(e) \quad F = \sin(x, yz)\sin(y, z) = \sin(y, xz)\sin(x, z) = \sin(z, xy)\sin(x, y).$$

Si ensuite du sommet de cette pyramide on abaisse une perpendiculaire ρ' sur la base, cette perpendiculaire, combinée avec les trois arêtes, formera trois nouvelles pyramides dont les arêtes seront ρ', x, y; ρ', x, z; ρ', y, z. Représentons le sextuple du volume de chacune de ces pyramides par ϕ, ϕ', ϕ'', on aura

$$\phi = \cos(\rho', z)\sin(\rho', xy)\sin(x, y), \quad \phi' = \cos(\rho', y)\sin(\rho', xz)\sin(x, z),$$
$$\phi'' = \cos(\rho', x)\sin(\rho', yz)\sin(y, z);$$

en divisant ces équations par les équations (e) on obtient les premiers membres des équations (d), qui peuvent, par conséquent, se mettre sous la forme suivante :

$$\frac{\phi}{F} = \tfrac{1}{3}, \quad \frac{\phi'}{F} = \tfrac{1}{3}, \quad \frac{\phi''}{F} = \tfrac{1}{3}; \text{ ou bien } \phi = \tfrac{1}{3}F, \ \phi' = \tfrac{1}{3}F, \ \phi'' = \tfrac{1}{3}F.$$

Donc les équations (d) expriment que la droite ρ' doit partager l'angle trièdre de la pyramide en trois parties égales. Mais dans ce cas, on a $\cos(\rho' x) = \cos(\rho, y) = \cos(\rho, z)$; donc $A' = B' = C'$. Or $\frac{\rho'}{A'}$, $\frac{\rho'}{B'}$, $\frac{\rho'}{C'}$ étant les longueurs des trois arêtes de la pyramide cherchée, il s'ensuit qu'elles sont égales, et que leur valeur commune est égale à $\frac{\rho}{\sqrt[3]{(\frac{1}{2} ABC)}}$, ou en représentant par l, m, n les trois arêtes de la pyramide proposée égale à $\sqrt[3]{2\,lmn}$.

Les raisonnemens que nous venons de faire, en prenant pour origine des coordonnées le sommet d'un des angles trièdres de la pyramide proposée, pourroient se faire aussi, en prenant pour origine l'un quelconque des trois autres sommets. Le problême est donc généralement susceptible de quatre *minima* relatifs ; mais on obtiendra le *minimum* absolu, en prenant pour origine le sommet du plus petit angle trièdre, parce que dans ce cas la droite ρ' devient un *maximum* absolu, comme il est aisé de s'en convaincre par notre analyse.

Lettre de M. Servois (1), *professeur de mathématiques à l'Ecole régimentaire d'artillerie, à M. Hachette.*

Metz, 27 juillet 1807.

Dans le N°. 8 de votre *Correspondance* etc., recueil qui présente tous les jours un nouvel intérêt aux amis des sciences exactes et du plus bel établissement que le gouvernement leur ait consacré ; vous avez proposé deux problêmes de *Minima* : M. Ensheim m'en a communiqué des solutions que je me permets de vous adresser. Voici de quoi il s'agit :

(1) Auteur d'un ouvrage fort intéressant, publié sous le titre.... *Solutions peu connues de différens problêmes de géométrie pratique*. An 12.

1°. Soient p, q, r les côtés d'un triangle, dont l'angle A compris entre les côtés p, q, et l'aire sont constans; on aura la relation $r^2 = p^2 + q^2 - 2pq \cos A$, dans laquelle, parce que l'aire $\frac{(p \sin A)}{2}$ et l'angle A sont constans, le terme $2pq \cos A$ est constant. Ainsi le côté r sera le plus petit possible quand (p^2+q^2), et par conséquent $(p+q)$ sera un *minimum*; mais on sait que le produit (pq) de deux variables étant constant, leur somme $(p+q)$ est un *minimum*, quand $p=q$. Cela posé, dans le triangle ABC, dont les côtés opposés aux angles A, B, C sont a, b, c, si on mène une droite r qui détache un triangle pqr comprenant l'angle A, et dont l'aire, équivalente à la moitié de celle du triangle ABC, soit exprimée par $\frac{bc \sin A}{2}$; si de plus on suppose que la droite r soit la plus petite de celles opposées à l'angle A qu'on puisse mener sous la même condition, il faudra qu'on ait $p=q$; alors on aura $r = 2p \sin \frac{1}{2} A = \sin \frac{1}{2} A \sqrt{2bc}$ pour la valeur du *minimum* opposé à l'angle A. Par la même raison, les valeurs des *minima* opposés aux angles B et C, seront respectivement $\sin \frac{1}{2} B \sqrt{2ac}$, $\sin \frac{1}{2} C \sqrt{2ab}$, et le plus petit de ces trois *minima* résoudra le problème proposé concernant le triangle.

En désignant par s le demi-périmètre du triangle, les expressions de *minima* deviendront

$$\sqrt{2(s-b).(s-c)}; \quad \sqrt{2(s-a).(s-c)}; \quad \sqrt{2(s-a).(s-b)};$$

et si on suppose $a < b < c$, il est évident que le *minimum minimorum* sera $\sqrt{2(s-b).(s-c)}$. Cependant le *minimum* absolu est assujetti à la condition de couper les côtés b, c entre le sommet A et le côté opposé, c'est-à-dire qu'il faudra qu'on ait $c < 2b$ et $b < 2c$.

2°. Soient représentées par M, N, P, les faces et par Q la base d'un tétraèdre; par p, q les arêtes ascendantes de la face M, comprenant entre elles l'angle a; par p, r, celles de la face N, comprenant l'angle b; par q, r celles de la face p, comprenant entre elles l'angle c; enfin par, A, B, C les angles dièdres des faces entre elles, angles respectivement opposés aux faces M, N, P. On sait (géométrie de position n°. 262 de Carnot) qu'on a la relation

$$Q^2 = M^2 + N^2 + P^2 - 2MN \cos C - 2MP \cos B - 2NP \cos A.$$

D'ailleurs on a

$$M = \frac{pq \sin a}{2}; \quad N = \frac{pr \sin b}{2}; \quad P = \frac{qr \sin c}{2}.$$

ainsi on aura, toute réduction faite, l'équation

(1) $$(= p^2q^2 \sin^2 a + p^2r^2 \sin^2 b + q^2r^2 \sin^2 c - 2pqr \times$$
$$\{p(\cos a - \cos a \cos b) + q(\cos b - \cos a \cos c) + r(\cos a - \cos b \cos c)\}$$

Supposons les angles a, b, c et le volume du tétraèdre constant, ce dernier est exprimé par $\frac{pqrf}{6}$, f étant une fonction connue des angles a, b, c (Lagrange, 6e. cahier de l'Ecole); ainsi $pqr = k$ est une quantité constante. Je mets dans (1) pour r sa valeur $\frac{k}{pq}$, et j'ai une transformée dont j'égale à zéro les différentielles prises successivement par rapport à p et à q; ce qui donne pour déterminer p et q deux équations de cette forme

(2) $$\alpha p^3q^4 - \beta k^2 p + \gamma k^2 q - k\delta pq^3 = 0$$
(3) $$\alpha p^4q^3 - \varepsilon k^2 q + \gamma k^2 p - \theta kp^3 q = 0$$

d'où il seroit difficile de conclure, par les procédés ordinaires d'élimination, les valeurs de p et de q; mais en faisant $p = qt$ dans les équations (2), (3), elles prennent la forme

(4) $$q^6 + Aq^3 + B = 0.$$

de l'une et de l'autre on tire des valeurs de q qui étant égalées, donnent, réduction faite, l'équation du 4me degré

(5) $$t^4 \sin^2 b + t^3 \cos b(\cos c - \cos a \cos b) - 2t^2(1 - \cos a \cos b \cos c)$$
$$+ t \cos c(\cos b - \cos a \cos c) + \sin^2 c = 0,$$

dont les racines mises dans une des équations (4) conduiront aux valeurs correspondantes de q, et partant de celle de p et de r; et celles-ci mises dans l'équation (1) donneront les solutions dont est susceptible le problème de trouver parmi les pyramides qui ont même volume et un même angle solide ou trièdre, celle dont la base est un *minimum*, question dont la solution donnera presqu'immédiatement celle du problème que M. Hachette a proposé relativement au tétraèdre.

On seroit tenté de conclure de l'analogie du tétraèdre avec le

triangle que le problême relatif à la pyramide est aussi résolu par la pyramide triangulaire isocèle ; dans ce cas on auroit d'abord généralement dans l'équation (5) $t=1$; ce qui n'est pas vrai, car en y faisant $t=1$, on a l'équation $(1+\cos a).(\cos b-\cos c)^2.f^2=0$, qui est vérifiée par $\cos a=-1$, ou par $\cos b=\cos c$, ou par $f=0$ qui correspond à $\cos A=1$; $\cos B=1$; $\cos C=1$, qui sont toutes des hypothèses particulières : ensuite si on fait $t=1$, $\cos b=\cos c$ dans une des équations (4), on en tire........

$q^3=p^3=\frac{k\cos b}{2(1+\cos a)}\left\{1\pm\sqrt{\left(1+\frac{4(1+\cos a)}{\cos^2 b},\right)}\right\}$ et parce que $r^3=\frac{k^3}{p^3q^3}$ on a $r^3=k\left\{-\frac{\cos b}{2}\pm\frac{1}{2}\sqrt{\cos^2 b+4(1+\cos a)}\right\}^2$, expressions qui ne donneront en général $p=q=r$ que quand on aura supposé $a=b=c$.

Autre solution des mêmes problêmes, par M. Billy, professeur de mathématiques, à l'Ecole impériale et militaire de Fontainebleau.

Fontainebleau, 9 juin 1807.

Il s'agit de diviser un triangle en deux parties égales par une ligne qui soit un *minimum* ; désignant cette ligne par x, la surface du triangle par S, le plus petit angle par A, on a $x=\sqrt{2S\,\text{tang.}\frac{1}{2}A}$, et généralement $x=\frac{2}{n}\sqrt{nS\,\text{tang.}\frac{1}{2}A}$, n marquant le rapport du triangle entier au triangle déterminé par la ligne *minimum* ; les côtés de ce petit triangle, adjacens à l'angle A, sont égaux entre eux, et en les désignant par y, on a $y=\sqrt{\frac{S}{\sin A}}=\sqrt{\frac{bc}{2}}$, b et c désignant les côtés du triangle donné, entre lesquels A est compris, et en général

$$y=\sqrt{\frac{2S}{n\sin A}}=\sqrt{\frac{bc}{n}}.$$

quant au problême de la pyramide, M. Billy le résout dans deux cas.

Premier cas.

Si les angles plans sont droits, on a l'équation connue, $S^2=s'^2+s''^2+s'''^2$, en désignant la surface de la base par S, et celles des faces par s', s'', s'''; mais comme le produit $s's''s'''$ des aires de ces faces est constant, il s'ensuit que la somme des carrés $s'^2+s''^2+s'''^2$ devient un *minimum* dans le cas où $s'=s''=s'''$.

IIe. CAS.

Si les angles plans sont égaux sans être droits, on a par le théorème de Carnot, l'équation :

$$S^2=s'^2+s''^2+s'''^2-2\cos A(s's''+s''s'''+s'''s')$$

en désignant l'angle dièdre commun et constant par A.

De cette équation on tire celle-ci.

$$S^2=\frac{(s'-s'')^2+(s''-s''')^2+(s'''-s')^2}{2}+(s's''+s''s'''+s'''s')(1-2\cos A),$$

expression qui devient un *minimum* quand $s'=s''=s'''$.

---

§. GÉOMÉTRIE.

Des courbes du second degré.

Après avoir donné dans le numéro précédent (page 305) de cette Correspondance, la solution de ce problême, « deux droites et un « point étant donnés, mener par ce point une troisième droite « qui concoure au même point que les deux droites données ? »

J'ai annoncé que M. Roche avoit déduit de la solution de ce problême, celle de la question suivante. « Mener une tangente à une section conique quelconque, par un point pris sur ou hors la courbe. »

Voici l'article que m'a communiqué cet élève (admis dans le service de l'artillerie de mer. *Voy.* pag. 382.)

« D'après une propriété générale des courbes du second degré, la ligne qui partage en deux parties égales toutes les sections parallèles à une même droite, est une droite conjuguée à la première, et passant par le centre de la courbe. Or cette droite peut se déterminer au moyen de deux sections parallèles quel-

coniques. Ces droites interceptent sur la courbe un quadrilatère ; et la ligne qui joint le point d'intersection des côtés et celui des diagonales, est la droite qui passe par le milieu de toutes les sections. Or, de ce que cette proposition a lieu pour le cas où les sections sont parallèles, on peut en conclure qu'elle aura lieu aussi pour le cas où elles partiront d'un point donné, en observant que l'on peut faire une perspective de la figure représentant ce cas général, telle que toutes les sections y deviennent parallèles, et la perspective de la courbe ne cessant pas d'être une section conique, auquel cas la proposition aura lieu, on peut en conclure qu'elle aura lieu généralement, par la raison que les lignes droites et les intersections ne changent pas. »

« Maintenant si pour tous les points de la droite obtenue par le point d'où partent les sections, on fait la même opération que pour ce point-là, on obtiendra une suite de droites dont ce point donné fera partie, et dont il sera conséquemment la commune intersection. »

« *Corollaire* I. La droite obtenue au moyen du point donné de la manière précédente, étant aussi la droite qui joint les points de contact des tangentes menées de ce point à la courbe, puisque c'est ce qu'on obtient lorsque les deux sections qui la déterminent, deviennent tangentes, il s'ensuit, 1°. que pour mener d'un point donné une tangente à une section conique, il suffit de tirer par ce point deux droites qui coupent la courbe, la droite qui joindra les points d'intersection des diagonales et des côtés du quadrilatère intercepté, coupera la courbe aux deux points de contact ; 2°. que toutes les droites qui joignent les points de contact des tangentes menées à la courbe, par tous les points d'une même droite, se rencontrent en un point, ce qu'on peut aussi démontrer directement, en observant que pour tous les points d'un diamètre d'une section conique, ces droites sont parallèles et réciproquement ; d'où l'on peut conclure comme précédemment, que cela a lieu pour une droite quelconque, auquel cas les droites obtenues concourent au même point ; 3°. que pour mener par un point pris sur une section conique, une tangente à cette courbe, il suffit de tirer par ce point une droite quelconque, et de chercher le point d'où elle provient, par l'intersection de deux droites obtenues comme précédemment, au moyen de deux de ses points. C'est par ce point que passeront les tangentes menées par le point donné et le point où la droite coupe la courbe. »

« *Corollaire* II. Le théorème précédent est une propriété tellement caractéristique des sections coniques, qu'il offre un moyen de les décrire par points lorsqu'on en connoît cinq. »

« Soient (fig. 2) a, b, c, d, e les cinq points donnés ; en prolongeant les deux droites ab, cd, jusqu'à leur point de rencontre A, la droite BC qui joindra les points d'intersection des droites ac et bd, ad et bc, sera la droite qui résulte des sections faites par le point A dans la courbe d'après le même procédé, et qui joint les points de contact des tangentes menées par ce point. Si l'on prolonge la droite ce, jusqu'à la rencontre de la même droite ab en un point D, on obtiendra pour ce point D une droite passant par les intersections des droites ac et be, ae et bc, qui rencontrera la droite BC en un point E, point unique pour la droite ab et qui est l'intersection des droites obtenues par tous ses points. Cela étant, pour obtenir un point de la courbe, je tire par un point connu c, une droite quelconque qui rencontre la droite abA en un point F qui doit au moyen de ses sections Fab et Fc, donner une droite passant par le point E. Si donc je mène par le point F, une droite quelconque FGH, qui coupe les droites Ea, Eb, en des points G et H, la ligne menée par le point E et l'intersection des diagonales Gb, Ha, sera cette droite, qui coupe la droite ac en un point I ; et par conséquent la ligne bI par son intersection avec la droite Fc, déterminera un point f de la courbe, et je puis au moyen de celui-là, en trouver plus simplement encore un second, en tirant la droite Af. La ligne Fc coupant en un point L la droite du point A, la ligne Ld coupe la droite Af en un nouveau point g appartenant à la courbe et trouvé par la condition que les lignes cf et dg, cg et df se coupent sur la même droite BCE dérivée du point A. »

Extrait d'une lettre de M. Dubois aîné, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur des ponts et chaussées, à M. Hachette.

Casal, département de Marengo, 25 mai 1807.

Je vous adresse une petite note que j'avois faite en Egypte, en lisant le Calcul différentiel et intégral de M. Bossut. (Voyez page 146 de cet ouvrage.) Si vous croyez qu'elle puisse paroître dans la Correspondance de l'École polytechnique, je vous avoue avec franchise que je serois extrêmement flatté de m'associer, quoiqu'en si peu de chose, aux travaux de professeurs et de camarades que j'estime et que j'aime.

On demande le moyen de reconnoître si l'intersection des deux surfaces courbes données, est une courbe plane ou une courbe à double courbure?

Soient $F(x,y,z)=0, f(x,y,z)=0$ les équations des deux surfaces courbes données.

J'élimine entre ces deux équations une des coordonnées, l'équation résultante est celle de la projection de la courbe d'intersection sur le plan perpendiculaire à cette ordonnée. Soit z l'ordonnée qu'on élimine, et $\varphi(x,y)=0$ l'équation qui en résulte.

Si la courbe d'intersection est plane, elle peut être déterminée par l'une des deux surfaces données et par un plan; soit $z=Ax+By+C$ l'équation de ce plan. En éliminant z entre cette équation et celle d'une des deux surfaces courbes données, l'équation que l'on obtiendra devra être identique à l'équation $\varphi(x,y)=0$; comparant ces deux équations, nous obtiendrons entre les coefficiens des variables plusieurs équations, qui serviront à déterminer les constantes A, B, C, et il faudra que toutes les conditions qu'elles présentent puissent être satisfaites pour que la courbe dont nous nous occupons soit plane, sinon elle seroit à double courbure.

---

§. II. STATIQUE ANALYTIQUE.

Du parallélogramme des forces.

Théorême.

Si deux forces de direction et d'intensité quelconque agissent sur un même point matériel; la direction et la grandeur de la résultante, devront être représentées par la diagonale du parallélogramme construit sur les grandeurs des deux forces.

Démonstration donnée par M. Poisson, et rédigée par M. Petit, de Besançon, élève (1).

Il est d'abord facile de voir que la résultante ne sauroit être dirigée hors du plan des deux forces. Car si cela pouvoit avoir

(1) Cette démonstration m'avoit été communiquée, avant que M. Francœur l'eût fait connoître dans sa Mécanique. H. C.

lieu, on pourroit dans tous les cas déterminer, hors du même plan, une autre ligne symétriquement placée à la première: alors il n'y auroit pas de raison pour que la résultante fût plutôt l'une des deux lignes que l'autre; et comme cette résultante doit être unique, ils s'ensuit qu'elle ne pourroit avoir aucune des deux positions hors du plan, donc elle est dirigée dans le plan même des forces.

Si les deux forces qui agissent sur le point A (fig. 3) étoient égales, il seroit facile de démontrer que la résultante doit partager l'angle PAQ en deux parties égales. Car si elle prenoit toute autre position, il seroit, de même que tout-à-l'heure, possible de trouver une autre ligne qui seroit placée de la même manière, par rapport aux forces P et Q qui sont égales. Ce qui prouve évidemment, que la résultante ne sauroit avoir d'autres directions que celle AR, qui partage également l'angle PAQ.

Il ne s'agit plus que de déterminer la grandeur de la force R. Pour cela nous remarquerons qu'entre une force P et une force R résultante de la combinaison de deux forces égales P, faisant un certain angle, on doit avoir $R=AP$, A étant indépendant de P. Car R devant dépendre de P d'une certaine manière, si l'équation qui donne R au moyen de P, contenoit des puissances supérieures de P, alors le rapport des forces P et R changeroit si l'on changeoit leur unité de mesure, par exemple, si entre R et P on avoit l'équation $R=AP^2$, en prenant une unité *sous-double*, R et P deviendroient doubles, alors l'équation entre R et P n'existeroit pas, ce qui est absurbe, puisque les forces P et R n'ont pas changé. Il faut donc que la relation qui existe entre R et P ne contienne P qu'au 1er. degré; reste maintenant à déterminer la forme de A. Cette quantité ne dépendant pas de P doit être une fonction de l'angle des forces P et R. Représentant cet angle par x on aura $R=Pfx$; et cette équation aura toujours lieu entre une résultante et sa composante, pourvu que la seconde composante soit égale à la première. Maintenant pour déterminer la forme de la fonction (f) nous décomposerons la force P en deux forces p et p', faisant avec la force P des angles égaux que nous représenterons par z. Ce que nous sommes en droit de faire, puisque nous avons prouvé plus haut que deux forces égales avoient une résultante qui partageoit en deux parties égales l'angle qu'elles formoient entre elles. Nous décomposerons de même la force Q égale à la force P, en deux autres forces q et q' égales entre elles et aux forces p et p', de manière que l'angle qaQ se trouvera égal à z. on aura donc $P=pfz$ et $Q=qfz$. Mais au lieu des forces P et Q on peut substituer les quatre forces p, p', q, q', dont la résultante

sera par conséquent R. Or, si au lieu de combiner les forces p et p' et les forces q et q' ensemble, ce qui donneroit les forces P et Q, on combinoit les forces p et q, p' et q', on auroit deux nouvelles résultantes qui, combinées entre elles devroient produire le même effet que les forces P et Q. Or, ces deux résultantes seront toutes les deux dirigées suivant AR, puisque cette ligne partage en deux parties égales les angles pAq et $p'Aq'$. Nommant R' la première résultante, et R'' la seconde, on devra avoir $R' + R'' = R$. Or, on a $R = Pfx$. Mais $P = qfz$. Donc $R = qfxfz$. De même $R' = qf(x-z)$ et $R'' = q'f(x+z)$ ou $qf(x+z)$, donc on aura $fxfz = f(x+z) + f(x-z)$, équation qui va servir à déterminer la forme de la fonction (f). Pour cela nous développerons $f(x+z)$ et $f(x-z)$ suivant les puissances de z. Ce qui donnera

$$f(x+z) = fx + z\frac{dfx}{dx} + \frac{z^2}{2}\frac{d^2fx}{dx^2} + \frac{z^3}{2.3}\frac{d^3fx}{dx^3} + \frac{z^4}{2.3.4}\frac{d^4fx}{dx^4} + \text{etc.}$$

$$f(x-z) = fx - z\frac{dfx}{dx} + \frac{z^2}{2}\frac{d^2fx}{dx^2} - \frac{z^3}{2.3}\frac{d^3fx}{dx^3} + \frac{z^4}{2.3.4}\frac{d^4fx}{dx^4} - \text{etc.}$$

donc

$$f(x+z) + f(x-z) = fxfz = 2\left(fx + \frac{z^2}{2}\frac{d^2fx}{dx^2} + \frac{z^4}{2.3.4}\frac{d^4fx}{dx^4} + \text{etc.}\right);$$

d'où

$$fz = 2\left(1 + \frac{z^2}{2}\frac{d^2fx}{dx^2.fx} + \frac{z^4}{2.3.4}\frac{d^4fx}{dx^4.fx} + \frac{z^6}{2.3.4.5.6}\frac{d^6fx}{dx^6.fx}\right);$$

Or, z étant indépendant de x, le développement de fz doit l'être aussi de fx. On est donc en droit d'égaler les coefficiens des différentes puissances de z à des quantités constantes, nous ferons donc

$$\frac{d^2fx}{dx^2fx} = -a^2, \text{ d'où } \frac{d^2fx}{dx^2} = -a^2fx,$$

et après deux différentiations successives

$$\frac{d^4fx}{dx^4} = -a^2\frac{d^2fx}{dx^2} = +a^4fx.$$

$$\frac{d^6fx}{dx^6} = -a^2\frac{d^4fx}{dx^4} = -a^6fx.$$

En sorte que les coefficiens des puissances successives de z seront

$$-a^2,\ +a^4,\ -a^6,\ +a^8,\ -a^{10},\ \text{etc.}$$

on aura donc, d'après la formule de Newton,

$$fz = 2\left(1 - \frac{a^2z^2}{2} + \frac{a^4z^4}{2.3.4} - \frac{a^6z^6}{2.3.4.5.6} + \text{etc.}\right) = 2\cos az;$$

donc $$fx = 2\cos ax,$$

Cherchons maintenant la valeur de a. Pour cela nous observerons que R doit devenir nul sans que P le devienne, lorsque les forces P et R forment un angle droit; c'est-à-dire, lorsque x égale 100°. or, il n'y a que les nombres impairs de quadrans qui aient des cosinus nuls; donc a sera un des nombres 1, 3, 5, 7 etc. Je dis de plus qu'il doit être égal à 1, car R ne doit devenir nul qu'autant que $x = 100^\circ$. Or, si on avoit par exemple $a = 5$, faisant $x = \left(\frac{100^\circ}{5}\right)$, on auroit $\cos ax = 0$, et conséquemment $R = 0$; ce qui est absurde. Donc $a = 1$; donc $R = 2P\cos x$. Maintenant si l'on prend sur les directions des forces P et Q les grandeurs AB et AC égales entre elles et égales aux forces P et Q, et qu'on achève le losange $ABCD$, on aura $AO = AB \times \cos BAD = P\cos x$; donc $AD = 2P\cos x$, et par conséquent $R = AD$. La résultante de deux forces égales est donc représentée en grandeur et en direction par la diagonale du parallélogramme construit sur les intensités des deux forces.

Maintenant que la proposition est démontrée pour deux forces égales, nous allons la démontrer pour deux forces inégales, mais dont les directions sont perpendiculaires.

Soient P et Q (fig. 4) les deux composantes, l'angle PAQ est supposé droit. Soient AB et AC les grandeurs des forces P et Q, si on achève le parallélogramme et qu'on mène les diagonales AD et BC, on aura $AO = BO = CO = DO$, parce que le parallélogramme est rectangulaire. Maintenant menons FE parallèlement à BC par le point A, et BF et CE parallèles à AD par les points B et C. On aura de cette manière $AO = AE = AF$, et par conséquent l'angle $OAC = CAE$, et $OAB = BAF$. Ces angles étant égaux, on pourra décomposer la force P en deux forces agissant l'une suivant AF et égale à AF, et l'autre suivant AD et égale à AO. De même on décomposera la force Q en deux forces agissant l'une suivant AE et égale à AE, et l'autre suivant AD et égale à AO. En sorte

qu'au lieu des deux forces P et Q, nous aurons les quatre forces AF, AO, AE et AO. Les deux forces AE et AF se détruisent comme égales et dirigées en sens contraire, il ne reste donc plus que deux forces AO dirigées suivant AD ; ou ce qui revient au même, une seule force AD dirigée suivant AD. La proposition a donc encore lieu dans ce cas.

Passons maintenant au cas où les forces forment un angle quelconque. Pour cela supposons deux forces P et Q (fig. 5) inégales faisant une angle quelconque PAQ, et dont les grandeurs sont représentées par AB et CA. Achevons le parallélogramme $ABCD$, et menons les lignes DE, CG et AF perpendiculaires à AP ; prolongeons CD jusques en F ; alors nous pourrons décomposer la force Q en deux forces agissant l'une suivant AF et l'autre suivant AP, la première égale à AF et l'autre égale à AG ; alors au lieu des forces P et Q, nous aurons les trois forces AF, AG et AB ; or les forces AB et AG étant dirigées dans le même sens, pourront être remplacées par la force AE égale à leur somme ; en sorte qu'aux forces P et Q, on a substitué les forces AE et AF dont les directions sont perpendiculaires, leur résultante sera représentée en grandeur et en direction par AD qui est aussi la diagonale du parallélogramme $ABCD$. Donc etc.

PERSPECTIVE.

Des images vues par réflexion sur des miroirs à surfaces courbes.

Par M. Hachette.

Tous ceux qui ont visité des cabinets de physique, ou suivi des cours d'optique, ont pu voir des figures tracées sur des cartons, qui d'abord paroissent très-irrégulières et qui ne donnent l'idée d'aucun objet connu, mais en plaçant convenablement un miroir cylindrique, ou conique ou pyramidal sur ces cartons, les images des figures réfléchies par le miroir, deviennent des tableaux d'objets réels ; la relation qu'ont entre eux les contours des lignes tracées sur le carton, la forme du miroir, et les images réfléchies par le miroir, est une conséquence de ce qui a été dit à l'article *perspective*, inséré dans le n°. précédent, page 314.

J'ai observé dans cet article que l'effet d'un tableau dépendoit de la distance de l'œil au tableau ; que cette distance avoit une limite au-delà de laquelle les objets ne sont vus que confusément, ou

sont tout-à-fait invisibles ; j'ai ajouté qu'on plaçoit ordinairement l'œil sur une perpendiculaire élevée sur le milieu du tableau et à une distance à-peu-près égale à la moitié de la largeur du tableau, le tableau étant supposé plan et terminé par un parallélogramme rectangle ; cette règle est celle qu'on suit le plus ordinairement ; cependant il y a des cas où le tableau est très-élevé par rapport aux spectateurs, et lorsqu'on est placé au point de vue pour lequel il a été construit, il produit tout l'effet qu'on peut en attendre ; mais si l'œil du spectateur est fort éloigné du point de vue, le tableau présentera une figure d'autant plus irrégulière, que l'éloignement sera plus considérable ; on remarque ces effets de perspective dans les salons où l'on fait spectacle des phénomènes les plus curieux de la physique ; le mur offre une figure longue et étroite que l'on prend pour une difformité ; si l'on regarde par une petite ouverture qu'on a pratiquée dans une petite planchette placée d'équerre sur le mur même, le monstre se change en un amour ou un autre objet capable de produire la surprise. On conçoit que cette perspective d'apparence irrégulière se construit d'après les règles ordinaires ; ainsi, ayant placé un petit tableau bien exécuté à la distance convenable par rapport à l'œil, et considérant ce tableau peu incliné par rapport au mur comme la base d'un cône dont le sommet est à l'ouverture où l'on place l'œil du spectateur, l'intersection du cône par le plan du mur, donne la véritable perspective ; mais comme les rayons visuels de cette perspective sont très-inclinés par rapport à la face du mur, la seconde perspective tracée sur cette face est d'une apparence très-irrégulière pour le spectateur qui cherche le point de vue sur une droite perpendiculaire au mur ; elle n'en est pas moins exacte ; cet exemple prouve que si l'artiste peut s'écarter de la règle ordinaire, qui consiste à supposer le spectateur placé sur le milieu du tableau, le spectateur ne peut pas se dispenser pour juger de l'effet d'un tableau, de se placer au point de vue pour lequel il a été construit.

Un petit changement dans le point de vue du spectateur, peut donner lieu à des effets d'optique assez curieux ; le même tableau paroît se métamorphoser, et présente des sujets différens ; ces tableaux sont ordinairement composés de lames étroites, coupées en parallélogrammes rectangles de la hauteur du cadre ; on fixe ces lames par leurs tranches sur un plan, et on y dessine trois portraits ; le premier est tracé sur le plan auquel les lames sont fixées, et les deux autres sont tracés sur les faces des lames perpendiculaires à ce plan ; un simple mouvement de tête produit le déplacement du point de vue, d'où l'on apperçoit successivement les trois portraits ; ce n'est qu'en s'approchant du cadre, qu'on juge la véritable forme

du tableau, qui est réellement composé de trois tableaux construits pour des points de vue très-peu éloignés les uns des autres.

Revenant à la question principale, il s'agit de tracer sur un carton une figure qui présente une perspective donnée sur un miroir cylindrique ou conique, ou de telle autre forme qu'on voudra. Une perspective étant donnée sur un tableau, on considère cette perspective comme la base d'un cône qui a l'œil du spectateur pour sommet; on place le miroir de telle manière qu'il soit pénétré par le cône entier supposé prolongé; la courbe d'intersection du cône et de la surface du miroir, produit sur l'œil le même effet que la perspective tracée sur ce tableau; or, chaque rayon visuel se réfléchit sur le miroir en faisant l'angle d'incidence égal à l'angle de réflexion, donc la suite des rayons réfléchis forme une surface dont l'intersection avec le plan du carton donne la figure demandée, c'est-à-dire, que tous les rayons de lumière qui partiront des points de cette figure, arriveront nécessairement par réflexion à l'œil du spectateur, et lui offriront la même image que le tableau.

Cette solution suppose que la place du miroir par rapport au tableau, soit déterminée; si elle ne l'étoit pas, il seroit convenable de la choisir, de manière que le cône qui a pour base la perspective donnée, rencontrât le moins obliquement possible la surface du miroir; pour résoudre le problême inverse, il faudroit donner une figure sur le carton, et chercher sous quelle forme elle seroit réfléchie par ce miroir vers l'œil du spectateur; mais si l'on considère un point de la figure du carton, comme un point lumineux qui éclaire le miroir, la question revient évidemment à trouver le point brillant de la surface de ce miroir, et ce problême a été résolu précédemment page 302 de cette Correspondance.

De la perspective d'une sphère, dans laquelle les cercles tracés sur cette sphère sont représentés par d'autres cercles.

Cette espèce de perspective est connue depuis longtemps sous le nom de projection *stéréographique*; on s'en sert pour la construction des cartes géographiques ou des mappemondes, dans lesquelles les méridiens et les parallèles à l'équateur sont représentés par des cercles; pour construire ces mappemondes, on prend pour le plan de la carte celui d'un grand cercle de la sphère; on y projette les méridiens et les parallèles à l'équateur par des droites concourantes à l'extrémité du rayon de la sphère perpendiculaire

au plan de ce grand cercle, ce qui revient à construire une perspective de la sphère, en supposant que le point de vue soit sur la surface de cette sphère, et que le tableau soit un plan mené par le centre de la sphère perpendiculairement au rayon qui passe par le point de vue; cette espèce de perspective jouit de deux propriétés remarquables, qui ont déja été énoncées page 176 de cette Correspondance, et que nous rappelons ici, pour en donner la démonstration, que plusieurs élèves m'ont demandée.

Ire. *Propriété.*

Tous les cercles de la sphère sont vus en perspective suivant des cercles.

Démonstration. Un cône oblique du second degré, jouit comme toutes les surfaces du second degré, de la propriété de pouvoir être coupé suivant des cercles par deux systèmes de plans parallèles entre eux; les cercles de l'un et de l'autre système, ont leurs centres sur deux droites qu'on nomme les *axes* du cône; les plans de ces cercles sont perpendiculaires au plan qui passe par les deux axes; de plus ce dernier plan coupe le cône suivant des arêtes qui font avec les plans des sections circulaires des angles égaux; toutes ces propositions sont démontrées dans notre Application de l'algèbre aux surfaces du 2e. degré, mais d'ailleurs il est facile de voir que ABC (fig. 6.) (*tracez dans un angle dont le sommet est A, deux lignes droites BC, DE qui se coupent en un point M*) étant la section d'un cône oblique par un plan perpendiculaire à la section circulaire BC, un autre plan DE perpendiculaire à la même section ABC, et faisant avec l'arête AB l'angle ADE égal ACB, coupera encore le cône oblique suivant un cercle, car à cause de la section circulaire BC, le produit $BM \times MC$ est constant, et parce que les triangles BMD, EMC sont semblables, on a $BM \times MC = DM \times ME$, donc ce dernier produit est aussi constant, donc la section DE est un cercle; on nomme la section ABC, *la section principale* du cône oblique, et les sections circulaires BC, DE, *sections sous-contraires.*

Cela posé, il s'agit de faire voir que la perspective d'un cercle quelconque de la sphère est un autre cercle; en effet considérant ce cercle comme la base d'un cône dont le sommet est au point de vue, le plan de la section principale de ce cône passera 1°. par le point de vue, 2°. par le centre de la première base circulaire, 3°. par le centre de la sphère; car la droite qui joint ces deux centres est perpendiculaire au plan de cette première base; or le plan du tableau est perpendiculaire au plan de la section princi-

pale et fait avec l'une des arêtes de cette section l'angle que le plan de la première base circulaire fait avec l'autre arête, donc ce plan est celui de la section sous-contraire du cône, mais cette section est la perspective d'un cercle pris à volonté sur la sphère, donc tous les cercles de la sphère sont représentés sur le même tableau par des cercles.

Seconde propriété de la projection stéréographique.

La perspective de l'angle formé par deux tangentes à la surface d'une sphère, est un autre angle qui ne diffère pas du premier.

Démonstration. Deux plans qui font entre eux un angle, étant coupés par deux autres plans, les deux sections angulaires qui en résulteront, seront égales, si les plans coupans font avec la droite d'intersection des plans donnés, des angles égaux, et s'ils sont perpendiculaires à un plan mené par cette droite; cette proposition est facile a démontrer, en s'aidant d'une figure tracée sur le plan auquels les deux plans coupans sont perpendiculaires, et en considérant la droite intersection des deux plans donnés comme une verticale.

En appliquant cette proposition à la perspective des deux tangentes à la sphère, on voit que les plans menés par le point de vue et les deux tangentes se coupent suivant une droite, qui fait avec le plan du tableau et le plan des deux tangentes à la sphère, des angles égaux; de plus ces deux plans sont perpendiculaires à celui qui passe par le centre de la sphère, le point de vue, et le point de départ des deux tangentes, donc ils coupent les plans menés par le point de vue et chacune des tangentes, suivant des angles égaux; or, l'un de ces angles, celui qui est dans le plan du tableau, est la perspective de l'angle des deux tangentes, donc cette perspective ne diffère pas de l'angle lui-même.

ANALYSE APPLIQUÉE A LA PHYSIQUE.

Sur la théorie du son.

M. Poisson a lu, le 17 août 1807, à l'Institut un mémoire sur le son, qui sera publié dans le 14e. cahier du Journal de l'Ecole polytechnique; il en a donné l'analyse dans le premier numéro de la reprise du Bulletin de la Société Philomatique, dont il rédige la partie mathématique; les principales conséquences de ce mémoire sont:

1°. Qu'en supposant la densité et la température constantes dans toute l'étendue d'une masse d'air, le son s'y propage d'un mouvement uniforme, et la vîtesse est la même sur tous les *rayons sonores*, de sorte que l'onde sonore conserve toujours une figure sphérique dont le centre est celui de l'ébranlement primitif, et se propage toujours de la même manière, quelle que soit la loi suivant laquelle l'intensité du son varie dans toute l'étendue d'une même onde.

2°. La réflexion du son produit à l'un des foyers d'un ellipsoïde est analogue à celle de la lumière.

3°. On démontre en toute rigueur que le son fort ou foible se propage avec la même vîtesse.

4°. L'intensité du son dans un air pesant et de température constante ne dépend que de la distance qu'il a parcourue, et de la densité de la couche de l'atmosphère d'où il est parti.

SUR LA THÉORIE DE LA LUMIÈRE.

Mémoire lu à l'Institut le 16 novembre 1807, par M. Malus, chef de bataillon du génie, examinateur d'admission dans les services publics.

(Extrait de ce mémoire, par M. Hachette.)

M. Laplace a donné dans le 10°. livre de sa Mécanique céleste pour l'expression du *pouvoir refringent*, ou de la force avec laquelle un rayon de lumière est attiré par un corps, la formule suivante; $F^2 = \frac{i^2 - 1}{\rho}$, F étant le pouvoir refringent, i le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction, et ρ la densité du corps; on connoît depuis longtems le moyen de déterminer par expérience les valeurs de i pour les corps diaphanes; mais les corps opaques ont aussi leur pouvoir refringent, et pour le conclure de la formule précédente, il s'agissoit de trouver quel seroit le rapport entre le sinus d'incidence et le sinus de réfraction pour ces corps, en supposant que leur action sur la lumière restant la même, ils devinssent transparens; Wollaston a, par une méthode aussi simple qu'ingénieuse, déterminé ce rapport, (voyez le mémoire publié en 1802 par ce savant dans

les Transactions philosophiques, et traduit par M. Riffault, Annales de chimie, tome 46); il pose sur un plan horisontal un prisme de verre dont toutes les faces sont à angles droits; il applique sur la base horisontale du prisme une parcelle du corps opaque dont il veut mesurer la réfraction, et pour conserver à la base son niveau, le plan sur lequel elle repose est creusé d'une petite cavité qui reçoit le corps mis en expérience; l'appareil étant ainsi disposé, on observe l'instant auquel le rayon de lumière horisontal qui s'introduit entre la base du prisme et le corps soumis à l'expérience, commence à se réfléchir sur ce corps pour pénétrer le prisme; au même instant ce rayon après avoir traversé ce prisme, se refracte dans l'air pour arriver à l'œil de l'observateur; le rayon réfléchi et le rayon refracté sont dans un même plan vertical perpendiculaire aux deux faces rectangulaires du prisme; on mesure l'angle que le rayon refracté fait avec l'horison, et c'est de la mesure de cet angle que l'on déduit quelle seroit la valeur de i pour le corps opaque mis en expérience, en supposant que ce corps devînt transparent.

On conçoit ce qui se passe dans cette expérience, le rayon de lumière animé d'une vitesse horisontale est à la fois soumis à l'action du corps opaque et du prisme; la différence de ces deux actions lui imprime une vitesse perpendiculaire à la base du prisme, qui étant combinée avec la vitesse horisontale, donne au rayon une nouvelle vitesse dont la direction est en dessus ou en dessous de la base du prisme, selon le sens de la différence des deux vitesses verticales; or, il est nécessaire pour le succès de l'expérience que la direction de la vitesse moyenne soit au-dessus de la base du prisme, donc il faut que la vitesse résultant de l'action du prisme, soit plus grande que celle qui est due à l'action du corps soumis à l'expérience, d'où l'on voit que cette méthode de Wollaston ne s'applique pas encore à tous les corps opaques, et qu'elle dépend de la nature du prisme qu'il importe d'avoir le plus refringent possible.

Wollaston en mesurant les angles de réfraction correspondant au *minimum* d'action du prisme, a obtenu des nombres qui varient avec les pouvoirs refringens, mais qui n'en sont pas la mesure; M. Malus appliquant la théorie de M. Laplace et la méthode du physicien anglais, est arrivé à des conséquences plus justes et tout-à-fait neuves sur la réfraction de la lumière; raisonnant sur l'expression du pouvoir refringent $F^2 = \frac{i^2 - 1}{\varrho}$, il s'est demandé si la même substance variant de densité et même d'état par un changement de température, les variations de i correspondant à ϱ seroient telles, que le pouvoir refringent ne changeât pas; l'expérience a confirmé que ce pouvoir étoit constant; parmi les substances propres à mettre en évidence ce résultat, la cire d'abeille étoit le corps le plus convenable; sa densité varie sensiblement de 0°. à 80°. *R.*; de solide, elle devient liquide à une température peu élevée; dans tous ces états, elle a un pouvoir refringent qui ne varie pas.

La valeur de i se déduisant de l'angle observé avec l'appareil de Wollaston, il falloit trouver l'équation qui établit la relation de ces deux quantités; M. Malus l'a donnée dans son mémoire, et il a fait voir qu'elle n'étoit pas la même pour les corps opaques que pour les corps transparens, comme Wollaston l'avoit supposé; on conçoit en effet que la lumière se réfléchissant à la surface d'un corps, n'en éprouve pas une action aussi complète que si elle ne se réfléchissoit qu'après avoir pénétré dans ce corps jusqu'à la limite de la sphère d'activité; dans l'appareil de Wollaston, le prisme dont il se sert, est nécessairement rectangulaire; on en trouve rarement de cette forme, et pour rendre les expériences comparables, il faudroit n'employer que des prismes rectangulaires d'une matière vitreuse parfaitement identique, ce qui est encore plus difficile à obtenir; M. Malus a donné des formules pour déterminer la valeur de i, au moyen des angles observés, quelles que soient l'inclinaison des faces du prisme employé aux expériences et la nature du verre.

Les expériences de M. Malus ont été faites au cabinet de physique de l'Ecole polytechnique. Le tableau joint à son mémoire est divisé en plusieurs colonnes, qui indiquent en nombres les valeurs correspondantes des angles observés qu'il nomme b, de i, de ϱ et de F, il donne pour les densités de la cire les nombres suivans :

Cire solide......	à 14° Réaumur (l'eau étant 1).	0.9670825
	à 26°.....................	0.9180000
Cire fondante....	à 48°.....................	0.8289910
	à 66°.....................	0.8197652
Cire se vaporisant	à 85°.....................	0.8105372

Le pouvoir refringent F de la cire est 1,3308, celui de l'eau distillée 0,78457; MM. Biot et Arago, dans leur mémoire sur les affinités des corps pour la lumière, ont estimé le pouvoir refringent de l'eau, 0,78451; nombre qui ne diffère du précédent que par la cinquième décimale.

La fig. 7 représente l'appareil de Wollaston, perfectionné par M. Malus. (*Voy. l'explication de cette figure, page* 386.)

GÉOMÉTRIE.

Des courbes du quatrième degré, considérées comme les projections de l'intersection de deux surfaces coniques du second degré.

Par M. Hachette.

Avant que la discussion d'une équation générale du second degré entre deux variables, eut fait voir que la courbe représentée par cette équation, affectoit trois formes différentes connues sous le nom d'*ellipse*, *hyperbole*, *parabole*, les considérations géométriques les plus simples avoient conduit à ce résultat: en effet, l'équation du cône droit étant du second degré, en la combinant avec celle du plan qui est linéaire pour éliminer l'une des trois coordonnées d'un point commun aux deux surfaces, l'équation qui en résulte est la plus générale qu'on puisse obtenir entre deux variables, et par conséquent elle comprend toutes les courbes du second degré; d'où il suit que ces courbes peuvent être considérées comme les projections de la courbe d'intersection d'un cône et d'un plan; mais le plan peut couper toutes les arêtes du cône, ou être parallèle à quelques-unes d'entre elles; on distingue ces deux cas, en menant par le sommet du cône un plan parallèle au plan coupant; si ce plan parallèle n'a de commun avec le cône que le sommet, la courbe d'intersection est fermée, s'il le rencontre suivant deux arêtes, ou qu'il le touche suivant une seule, la courbe a des branches infinies, et parce que les plans tangens au cône, menés par les arêtes parallèles au plan coupant, rencontrent ce dernier plan suivant les asymptotes à la courbe d'intersection, on en conclut qu'il y a trois courbes du second degré; la première qui est fermée, la seconde qui a deux branches infinies avec deux asymptotes, et la troisième qui a une branche infinie sans asymptotes. Des considérations du même genre sur les pénétrations du cylindre et du cône du second degré, vont mener à des conclusions semblables sur la forme des courbes du quatrième et du troisième degré.

L'intersection de deux surfaces cylindriques du second degré, étant composée de branches nécessairement fermées, ne peut pas faire connoître toutes les courbes du quatrième degré, qui peuvent avoir des branches fermées et des branches infinies; or il est facile de voir que dans la pénétration de deux cylindres, la courbe n'a que des branches fermées, car elles ne pourroient devenir infinies qu'autant qu'il y auroit des arêtes parallèles de l'un et de l'autre cylindre, mais par la définition des surfaces cylindriques, elles seroient elles-mêmes parallèles, et si elles se coupoient, leur intersection seroit un nombre déterminé de lignes droites; dans le cas des cylindres du second degré, ces droites seroient au nombre de quatre au plus, parce que les bases de ces cylindres ne peuvent se couper qu'en quatre points; les courbes qui résultent de la pénétration de deux cylindres du second degré, sont donc nécessairement fermées, mais il y a entre elles cette variété, qu'elles sont formées de deux branches séparées ou d'une branche unique; lorsqu'on cherche l'intersection des deux cylindres, la courbe de pénétration est renfermée entre deux plans parallèles aux arêtes des deux cylindres; or il y a deux cas à distinguer; ou ces plans touchent le même cylindre, ou chaque cylindre est touché par l'un de ces plans; dans le premier cas, la courbe a deux branches; dans le second, elle n'en a qu'une.

Les projections de l'intersection des deux surfaces coniques du second degré, renferment toutes les variétés des courbes du 4e. degré, car l'intersection elle-même se compose de branches qui sont toutes ou fermées ou infinies, ou de branches dont les unes sont fermées et les autres infinies; nous allons faire voir comment on détermine et la forme et le nombre de ces branches; la méthode pour trouver l'intersection des deux cônes, consiste à mener une suite de plans par la droite qui joint leurs sommets; chaque plan coupe le cône suivant des arêtes qui se rencontrent, et leurs points d'intersection appartiennent à la courbe cherchée; l'intersection de deux cônes du second degré est comme l'intersection de deux cylindres du même degré, comprise entre deux plans; ces plans passent par la droite qui joint les sommets des cônes, et sont ou tangens au même cône, ou chaque cône est touché par l'un de ces plans; lorsque ce dernier cas a lieu, la courbe d'intersection n'est pas complète; quelques-unes de ces branches deviennent imaginaires, comme on le verra plus bas.

Pour distinguer la forme des branches (1) dans la pénétration de deux cônes du second degré, imaginons que de ces deux cônes, l'un soit fixe, et que l'autre s'en soit approché en se mouvant parallèlement à lui-même, jusqu'à ce que leurs sommets soient réunis; en les coupant par un même plan, les sections

(1) Il ne faut pas confondre la *branche* d'une courbe avec les côtés de cette branche; une hyperbole est une courbe à deux branches, et chaque branche a deux côtés infinis; la parabole est une courbe à une seule branche, dont les côtés sont infinis.

qui en résultent étant du second degré, peuvent se couper en quatre points, *ou* se couper en deux points et se toucher en un; *ou* se toucher en deux points, *ou* se couper en deux points; *ou* se toucher en un seul point, *ou* enfin n'avoir aucun point commun; ce qui fait six cas, auxquels correspondent six espèces de courbes du quatrième degré; dans le premier cas, il est évident que l'un des cônes donnés a quatre arêtes qui ont leurs parallèles sur l'autre cône; les plans tangens menés par l'une quelconque de ces arêtes considérées sur l'un des cônes, et par sa parallèle sur l'autre cône, donnent un asymptote à la courbe d'intersection; cette courbe aura donc dans ce cas quatre asymptotes, et sera formée de deux lignes, dont chacune a deux branches infinies.

Dans le second cas, celui où les bases des cônes rapprochés, se coupent en deux points et se touchent en un, la courbe d'intersection aura deux asymptotes, et sera formée de deux lignes, 1°. d'une ligne à deux branches infinies ayant asymptotes; 2°. d'une ligne à une seule branche infinie, qui n'a pas d'asymptote.

Dans le troisième cas, la courbe d'intersection est formée de deux lignes à une seule branche infinie, qui n'ont pas d'asymptotes; dans le quatrième cas, elle est formée d'une seule ligne à deux branches infinies avec asymptotes, et d'une branche fermée: dans le cinquième cas, il n'y a de même qu'une seule ligne à une branche infinie, qui n'a pas d'asymptotes, et une branche fermée; enfin dans le sixième cas, la courbe est composée de deux branches fermées et séparées.

A ces six cas, il faut ajouter les variétés qui répondent à la seconde position des plans entre lesquels la courbe d'intersection est comprise, et qui résultent de ce que les deux lignes soit fermées soit infinies qui composent l'intersection générale, se réduisent en une seule ligne, ce qui présente trois nouveaux cas, et en résumant, on a pour les courbes du quatrième degré les neuf espèces suivantes:

I. Deux lignes, chacune de deux branches infinies, qui ont quatre asymptotes linéaires.

II. Deux lignes, l'une à deux branches infinies avec asymptotes, l'autre à une seule branche infinie, sans asymptote.

III. Deux lignes dont chacune à une seule branche infinie, qui n'a pas d'asymptote.

IV. Une branche fermée, et une ligne à deux branches infinies qui ont deux asymptotes.

V. Une branche fermée et une ligne à une branche infinie sans asymptote.

VI. Deux branches fermées.

VII. Une ligne à deux branches infinies, ayant deux asymptotes.

VIII. Une ligne à une seule branche infinie, qui n'a pas d'asymptote.

IX. Une branche fermée.

Il y a un dernier cas à examiner, c'est celui où la surface des deux cônes donnés passe par le sommet de l'autre, alors ce sommet est un des points de la courbe d'intersection, et dans la projection de cette courbe, il tient lieu d'une branche. Cet exemple fait voir en géométrie l'origine d'un point *isolé*, pour lequel l'équation d'une courbe est satisfaite.

Cette discussion de l'intersection de deux surfaces du second degré pourra servir à distinguer dans la construction de l'épure, la forme générale des courbes qu'on doit obtenir, et cette première recherche est extrêmement utile, car lorsqu'elle ne sert pas de guide aux commençans, ou ils prennent des données trop particulières par la position des bases et des sommets des cônes, ou ils ne résolvent pas complètement le problème.

Si les deux cônes ont une arête commune, l'équation de la projection de cette droite appartiendra à l'équation de la projection totale, qui s'abaissera par conséquent d'un degré et deviendra du troisième degré; nous examinerons dans un autre article les courbes de ce degré, en les considérant comme un cas particulier des courbes du quatrième degré.

Problème de géométrie à résoudre.

Construire avec la ligne droite et le cercle, l'intersection d'une droite donnée, et de la surface engendrée par une droite mobile qui s'appuie sur trois autres droites fixes. (MM. Duleau et Petit, élèves, ont résolu ce problème pour le cas où cette surface devient un hyperboloïde de révolution.) H. C.

§. III. CONSEIL DE PERFECTIONNEMENT.

La huitième session du Conseil de perfectionnement a été ouverte le 23 octobre 1807, et a été terminée le

LISTE DES MEMBRES DU CONSEIL.

Gouverneur de l'École, Président.

M. Lacuée.

Examinateurs pour l'admission dans les services publics; membres désignés par la loi.

MM. Bossut, Legendre, Vauquelin, Malus.

Membres de l'Institut national, pris selon la loi, dans la classe des sciences mathématiques et physiques.

MM. Lagrange, Laplace, Berthollet.

Désignés par S. E. le Ministre de la guerre.

MM. Villantroys, officier supérieur d'artillerie; Terrasson, officier supérieur du génie; Bonne, colonel-ingénieur-géographe, chef du bureau topographique de la carte de Bavière.

Désignés par S. E. le Ministre de la marine.

MM. Sugny, inspecteur-général de l'artillerie de la marine; Sané, inspecteur général du génie maritime.

Désignés par S. E. le Ministre de l'intérieur.

MM. Prony, inspecteur-général des ponts et chaussées; Lelièvre, membre du conseil des mines.

Directeur des études de l'École Impériale Polytechnique.

M. Vernon.

Commissaires choisis par le conseil d'instruction de l'École, parmi ses membres.

MM. Monge, Guyton, Sganzin, Andrieux.

Quartier-maître de l'Ecole Impériale Polytechnique, Secrétaire.

M. Mariolle.

M. Sganzin a publié l'année 1806 (*Voyez* la Correspondance, pag. 199) les programmes de ses leçons sur l'art de l'ingénieur des ponts et chaussées; le conseil de perfectionnement, dans sa session de 1806, a donné à cette partie de l'enseignement un objet moins spécial, et a décidé que le cours de géométrie descriptive appliquée à l'art de l'ingénieur des ponts et chaussées se nommeroit *cours de constructions*. M. Sganzin, en se conformant à cet arrêté, vient de publier une suite à ses programmes, sous le titre d'*Appendice*, contenant les résumés des dix premières leçons du nouveau cours de constructions. 1 vol. in-4°., *petit caractère*, de 64 pag. Cet ouvrage traite principalement des matériaux employés dans les constructions, des cimens et de la maçonnerie.

Conformément à l'arrêté du Conseil de perfectionnement, la seconde année d'étude des élèves de l'Ecole Polytechnique, a commencé le 24 octobre 1807 par le cours sur les machines; la plupart des épures servant à ce cours sont gravées; le précis des leçons du professeur (M. Hachette) paroîtra dans le courant de cette année, en même tems que le travail de MM. Lantz et Betancourt sur les élémens des machines.

---

§. IV. PERSONNEL.

M. Arago a été nommé secrétaire de l'Observatoire, le 25 janvier 1805. Il a été nommé adjoint au Bureau des longitudes le 15 juillet 1807, et sa nomination a été confirmée par S. M. l'Empereur le 29 août dernier.

L'Ecole Polytechnique ne forme pas seulement des professeurs pour les sciences physiques et mathématiques; deux anciens élèves MM. Chézy et Sédillot, en l'absence de MM. Langlès et Jaubert, professent à l'Ecole spéciale des langues orientales, le premier le Persan, et le second le Turc; M. Sédillot est secrétaire de cette Ecole.

NOMINATION A DES PLACES VACANTES.

M. le Gouverneur a nommé adjoints aux répétiteurs d'analyse MM. Lefebvre (Etienne-Louis), Binet (Jacques-Philippe-Marie), anciens élèves.

Des raisons de santé empêchant M. Labey de faire cette année le cours d'analyse de la première division, il est suppléé dans ses fonctions par M. Ampère, répétiteur d'analyse.

M. Lancret, que nous avons cité dans cette Correspondance, comme auteur de plusieurs mémoires de géométrie, qui avait rempli avec la plus haute distinction une place de chef d'étude, tandis qu'il étoit encore élève de l'Ecole Polytechnique, a terminé sa carrière, à peine commencée, le 17 décembre 1807; il étoit né à Paris le 15 décembre 1774. Entré à l'Ecole le 1er. frimaire an 3, il a passé à l'Ecole des ponts et chaussées en nivose an 6; il fut nommé membre de cette célèbre commission des sciences et arts qui a été organisée à Paris au mois de germinal an 6, pour accompagner l'armée française en Orient. Le gouvernement ayant ordonné, en pluviose an 10, la formation d'un ouvrage sur l'Egypte, le ministre de l'intérieur nomma une commission spéciale chargée de diriger l'exécution de cet ouvrage, et la composa de MM. Monge, Berthollet, Fourier, Conté, Costaz, Girard, Desgenettes et *Lancret*; M. Conté étoit commissaire du ministre, et M. Lancret secrétaire de la commission; en décembre 1805, M. Conté mourut et fut remplacé par M. Lancret; les fonctions de secrétaire furent confiées à M. Jomard, ancien élève, ingénieur des ponts et chaussées, l'ami particulier de M. Lancret; à ce titre, M. Jomard se propose de consacrer quelques pages du grand ouvrage sur l'Egypte à la mémoire du savant et vertueux Lancret; il publiera la part qu'il a prise à cet ouvrage, ainsi que ses mémoires particuliers; ce tribut d'éloges payé à celui qui jeune encore, se distinguoit et comme artiste et comme savant, le fera pleurer de ceux même à qui ses qualités personnelles n'étoient pas connues. H. C.

M. Arbogast, nommé instituteur d'analyse de l'Ecole Polytechnique à l'époque de sa création, (voyez la Correspondance, page 333) est mort à Strasbourg le 8 avril 1803: il étoit né à Mutzig, département du Bas-Rhin, le 4 octobre 1759; il se livra d'abord à l'étude du droit, mais entraîné par son goût pour les mathématiques, il sollicita et obtint en 1783 la chaire de géométrie au collège de Colmar; en 1789, il quitta cette place pour occuper celle de professeur de mathématiques à l'Ecole d'artillerie de Strasbourg; pendant la révolution, l'administration départementale le nomma recteur du collège catholique de cette ville; son zèle à remplir

les fonctions de recteur lui mérita les suffrages du corps électoral du Bas-Rhin, qui le nomma député à la convention nationale; il étoit membre du comité d'instruction publique lorsqu'il fut nommé professeur d'analyse à l'Ecole Polytechnique; un an après, (en ventose an 4) il fut associé à l'Institut national, il quitta Paris à l'époque de la création des Ecoles centrales, pour retourner à Strasbourg, où l'on établit une de ces écoles; il continua à y enseigner les mathématiques, jusqu'à l'époque de sa mort prématurée; il n'étoit pas marié, et il a laissé à ses héritiers une fortune assez considérable.

Son principal ouvrage est le *Calcul des dérivations*, qu'il a publié en 1800, (un vol. in-4°. de 400 pages, imprimé à Strasbourg); il a laissé plusieurs manuscrits à son ami M. François, professeur de l'Ecole d'artillerie de La Fère, qui a eu la bonté de m'envoyer des notes sur les travaux de ce géomètre. H. C.

EXAMINATEURS D'ADMISSION A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Pour le Concours de 1807.

Paris, ... M. FRANCŒUR.

Tournée du Sud-ouest, ... M. MONGE (Louis).

Tournée du Nord-ouest, ... M. LÉVÊQUE.

Tournée du Sud-est, ... M. DINET.

Les examens ont été ouverts le 15 août 1807, et les cours pour la 2e. division, formée par la nouvelle promotion, ont commencé le 9 novembre.

LISTE, PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE,

Des élèves admis à l'Ecole Impériale Polytechnique, suivant la déclaration du Jury, du 6 octobre 1807.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Abbate.	Dominique.	Peveragno.	Stura.
Aurioust, *dit* Beaujour.	Louis-Sim.-Marie.	Vineuil.	Loir-et-Cher.
Baillot.	Jules-René.	Dijon.	Côte-d'Or.
Basselier.	Dieudonné-Charl.	Chaudun.	Aisne.
Baulu.	Anne-Charles-Sigismond-Aug^{te}.	Orléans.	Loiret.
Bauyn.	Ant.-Louis-René-Prosper.	Jallais.	Maine-et-Loire.
Beck.	Cornélis.	Harlem (Hollande).	(1)
Beck.	Minard.	Amsterdam (Hollande).	(1)
Bergere.	Jean-Baptiste.	Auxonne.	Côte-d'Or.
Berjaud.	Joseph-François-Victorin.	Paris.	Seine.
Beurnier.	Ch.-David-Louis-Eberhard.	Montbelliard.	Haut-Rhin.
Billoin.	Dominiq.-Michel.	Longjumeau.	Seine-et-Oise.
Bourguignon *dit* Duleau.	Alphonse-Jean-Claude.	Paris.	Seine.
Bousson.	Charles-Marie.	Pontarlier.	Doubs.
Bouteiller.	Louis-Marie.	Nantes.	Loire-Infé^{re}.
Brière-Mondétour.	Etienne-Jean-Sim.	Saint-Chéron.	Seine-et-Oise.

(1) Ces deux élèves, Hollandais de naissance, ont été admis à la suite du concours, en vertu d'une décision particulière de S. M. l'Empereur.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Buisson.	Antoine.	Saint-Jorry-de-Chaleix.	Dordogne.
Burdin.	Claude.	Lepin.	Mont-Blanc.
Cartier.	Félix.	Chambon.	Creuse.
Castel.	Alex^{re}.-Marie-Fr.	Saint-Servant.	Morbihan.
Casterat.	Pierre.	Bordeaux.	Gironde.
Chanot.	François.	Mirecourt.	Vosges.
Chonet-Bollemont.	Alexandre.	Arrancy.	Meuse.
Clerici.	Charles-Joseph-Pierre.	Dogliani.	Montenotte.
Colliot de la Hattays.	August.-Mathur.-Marie-Jean.	Piré.	Ille-et-Villaine.
Courand.	Louis-Jean.	Lorient.	Morbihan.
Dalençon.	Franç.-Hyacinthe-Sabin.	Mirecourt.	Vosges.
Darcel.	Alphonse-Jacq.-Marie.	Paris.	Seine.
Daridan.	Louis-Juste.	Onzain.	Loir-et-Cher.
David-Saint-George.	Alphonse-Alexis-Jean-Baptiste.	Saint-Claude.	Jura.
Debooz.	Jacques.	Servaville.	Seine-Infé^{re}.
Delon.	Alexandre-Louis-Mathias.	Paris.	Seine.
Deprez-de-Crassier.	Louis-Marie-Philibert.	Divonne.	Léman.
Deroys-Saint-Michel.	Jérôme-Joseph.	Montpellier.	Hérault.
Desjardins-Gérauvillier.	Paul-Jos.-Eléonor.	Mantoche.	Haute-Saône.
Devallée.	Pierre.	Lamothe-S^{te}.-Héraye.	Deux-Sèvres.
Devillers.	Ant.-Jean-Marie.	Paris.	Seine.
Dinet.	Jean-Baptiste.	Rheims.	Marne.
Divory.	Jean-Louis.	Verdun.	Meuse.
Doisy-Villargennes.	Robert-Edouard-Antoine.	Paris.	Seine.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Donat.	Jean-François.	Perpignan.	Pyrénées-Or^{les}.
Douzon.	Jean.	Villeneuve-sur-Lot.	Lot-et-Garon^{ne}.
Druet - Desvaux.	Edme-Louis-Fr.	Alençon.	Orne.
Dubosc.	Adolphe - Yves - Th.-Emilien.	Saint-Gervais.	Hérault.
Ducos-Lahitte	Jean-Ernest.	Bessières.	Haute-Garonne.
Dufour.	Guillaume-Henri.	Constance (Suisse).	
Dumonteil.	Jean.	Grand-Brassac.	Dordogne.
Dumotet.	Henri-Hyacinthe-Jules-Théodose.	Dracy.	Yonne.
Dutertre.	Pierre.	Saint-Pater.	Sarthe.
Esperonnier.	Franç.-Dominiq.-Vict.-Edouard.	Narbonne.	Aude.
Fayon.	Jean-Ferdinand.	Falaise.	Calvados.
Foulard.	Pierre-Jacques.	Courcebœufs.	Sarthe.
Fresnel.	Léonore-François.	Mathieu.	Calvados.
Gallez.	Jean-Bapt.-Thom.	Metz.	Moselle.
Gauthier.	Pierre-Georges.	Buthier.	Haute-Saône.
GaydeVernon	Antoine-Charles-Joseph-Henry.	St.-Léonard.	Haute-Vienne.
Gellibert.	Nicolas-Prosper.	Ronsenac.	Charente.
Gentil, *dit* Maurin.	Joseph-Henri.	Chambéry.	Mont-Blanc.
Geoffroi - Dourouret.	Adolphe.	Grasse.	Var.
Georges.	Jos.-Valsin-Jean.	Basse-Terre.	Guadeloupe.
Gérard.	Auguste-Ferdin.-Christ.-Michel.	Strasbourg.	Bas-Rhin.
Gilart - Larchantel.	Athanase-Franç.-Esprit.	Quimper.	Finistère.
Gilbert.	J.-Ch.-Nic.-Félix.	Rennes.	Ille-et-Villaine.
Gouvello.	Arthur-Augustin.	Paris.	Seine.
Harel.	Marie-Pierre.	Rouen.	Seine-Infé^{re}.
Hecquet.	Ant.-Ch.-Félix.	Paris.	Seine.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Hervé.	Amand-Constant-Marie - Fidèle-Charles.	Strasbourg.	Bas-Rhin.
Juhel.	Joseph-Nicéphas.	Loches.	Indre-et-Loire.
Kermel.	Charles - Olivier-Marie.	Guingamp.	Côtes-du-Nord.
Labatie.	Antide - Gabriel-Marguerite.	Talissieu.	Ain.
Labiche.	Nicolas.	Port-au-Prince	St.-Domingue.
Lacheze.	Pierre-Joseph-Jul.	Martel.	Lot.
Lacordaire.	Jean-Aug.-Philib.-Alexandre.	Bussières - lès - Belmont.	Haute-Marne.
Lacoste.	Marie-Jos.-Maur.	Pont-à-Mous^{on}	Meurthe.
Laimant.	Amédée.	Versailles.	Seine-et-Oise.
Lallement.	Eusèbe.	Nancy.	Meurthe.
Lapéne.	Blaise-Jean-Franç-Edouard.	St.-Gaudens.	Haute-Garonne.
Lassus, dit Marcilly.	François - Anne-Nicolas.	Saint - Genies.	*Idem.*
Laurencin.	Jacques-Louis-Fr.	Narbonne.	Aude.
Leblanc.	Pierre-Frédéric.	Auxerre.	Yonne.
Lebourg.	Joseph-Hyppolite.	Lavau.	Loire-Infé^{re}.
Lecorbeiller.	Martin - Auguste-Marie.	Paris.	Seine.
Ledenmat-Kervern.	Fortuné-Marie.	Morlaix.	Finistère.
Lefebure de Cerisy.	Louis-Charles.	Abbeville.	Somme.
Lefranc.	Claude - François.	Montmirey-la-Ville.	Jura.
Legrand.	Pierre-Ber.-Louis.	Nuits.	Côte-d'Or.
Leguay-Delavigne.	Jacques-Alexand.	Rouen.	Seine-infé^{re}.
Le Masson.	Louis-Ch.-Théod.	Versailles.	Seine-et-Oise.
Le Rouge.	Félix.	Troyes.	Aube.
Lesterpt.	Ch.-Fr.-Pierre.	Le Dorat.	Haute-Vienne.
Leudet.	Jean-Bapt.-Ch.	Pontaudemer.	Eure.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Levavasseur.	Porphire.	Argentan.	Orne.
Lévie.	Ange-Toussaint.	Ajaccio.	Liamone.
Lévy.	Feistel.	Mutzig.	Bas-Rhin.
Lombard de Ginibral.	L.-Henry-Alex.	Montauban.	Lot.
Maguin.	Claude-Joseph.	Pont-à-Mous^{on}	Meurthe.
Mardochée.	Elie-Jacob.	Paris.	Seine.
Mardochée.	Elie-Lazare.	Paris.	*Idem.*
Massillon.	Joseph-Jean-Bap.-Olbius.	Hyères.	Var.
Massu.	Jean-Germain.	Nevers.	Nièvre.
Mazaudier.	Joseph - Antoine-César.	Alais.	Gard.
Mermier.	Ennemond.	Lyon.	Rhône.
Michaux.	Auguste-Denis.	Paris.	Seine.
Michel.	Jules.	Caen.	Calvados.
Michel.	Jean.	Montpellier.	Hérault.
Monmartin.	Antonin - Gasp.-Barthelemy.	Cailloux-sur-Fontaines.	Rhône.
Montalant.	François.	Meaux.	Seine-et-Marne.
Montmasson.	André.	Evian.	Léman.
Moréal.	Denis-Ch.-Hypp.	Dôle.	Jura.
Moret.	Jean-Louis.	Versailles.	Seine-et-Oise.
Moyne.	Jean-Pierre-Henr.	Libourne.	Gironde.
Nantil.	Noël.	Pont-à-Mous^{on}	Meurthe.
Nicolas.	Marc-Joseph.	Thiaucourt.	*Idem.*
Panichot.	Nicolas-Alexand.-Zéphirin.	Neufchâteau.	Vosges.
Pasquier.	Jean-Math.-Gabr.	Paris.	Seine.
Perrin.	Pierre.	Châlons sur-Saône.	Saône-et-Loire.
Petit.	Alexis-Thérèse.	Vesoul.	Haute-Saône.
Pichard.	Gabr.-Marc-Adr.	Lausanne.	(Suisse.) (1)

(1) Suisse de naissance, admis en vertu de la capitulation entre la France et la Suisse.

NOMS.	PRÉNOMS.	LIEUX DE NAISSANCE.	DÉPARTEMENS.
Piron.	Jean-Adrien.	Paris.	Seine.
Plivard.	Jean-Baptiste.	Langres.	Haute-Marne.
Poncelet.	Jean-Victor.	Metz.	Moselle.
Porlodec-Lanvarzin.	Jacq.-Fr.-Joseph-Corentin.	Pont-Croix.	Finistère.
Poulain.	Ferdin.-Mathias.	Paris.	Seine.
Poulle.	Jean-Fr.-August.	Montauroux.	Var.
Prou.	Louis-Mar.-Fanf.	Lefondchevallier.	St.-Domingue.
Raige.	Lazare-Jérôme.	Montargis.	Loiret.
Ramadou.	Pierre-Marcellin.	Lasouffrière.	Saint-Doming.
Rosselin.	Florentin-Isidore.	Anneville.	Manche.
Roussot.	Antoine-Gustave.	Auxonne.	Côte-d'Or.
Salomon.	Cahen.	Metz.	Moselle.
Saussine.	Jean-Joseph.	Narbonne.	Aude.
Savary.	André-Daniel.	Nuaillé.	Charente-Infér.
Sénéchal.	Jean-Nicolas.	Honfleur.	Calvados.
Simonot-Vertenay.	Pierre-Charles.	Clamecy.	Nièvre.
Souhait.	Charles-Pierre.	Saint-Dié.	Vosges.
Soulié.	Pierre - François-Gaspard.	Villefranche.	Aveyron.
Stucker.	Jean.	Mayence.	Mont-Tonnerre
Vaillant.	J.-B.-Philibert.	Dijon.	Côte-d'Or.
Varin de Beautot.	Aimable.Louis.	Lisors.	Eure.
Victor.	Augustin.	Paris.	Seine.
Vimal-Teyras.	Annet-Charles.	Ambert.	Puy-de-Dôme.
Vinard.	Frédéric-Michel.	Courtezon.	Vaucluse.
Vongoefft.	Jean-Joseph.	Domevre.	Meurthe.
Zeni.	Etienne-Henri.	Paris.	Seine.

ADMISSION DANS LES SERVICES PUBLICS.

Le jury présidé par M. le Gouverneur, et composé des deux examinateurs permanens, MM. Legendre et Bossut, et des examinateurs temporaires, MM. Vauquelin et Malus, a arrêté le 17 octobre 1807, les listes suivantes, par ordre de mérite; savoir:

Artillerie de terre. — MM. Henry, Lesueur, Mauroy-de-Merville, Delaplace, Delabigne, Barbier. E. F. Bredif (jeune), Molin, Duquesnoy, Lyautey, Mainville, Mégret-Sérilly, Caussade, Peupion, Loysel, Caffort, Cornuel, Aubertin, Brescon, Sigogne, Crozet, Jeannest-Lanoue, Audéoud, Alexandre Garlan, Gavardin, Demailler, Delorme, Lecardinal-Kernier L. R., Laman, Raffard-de-Marcilly, Voisin, Dieu, Zeis, Robert A. A., Robert C., Tonnet, Mairet, Delagrange, Even, Rivière, Stultz, Laloux, Anselin, Goursaud-Laumond dit Boischevet, Destouches, Guibert, Nault, Debroca, Damoiseau, Poupart. . . . . 50.

Artillerie de mer. — Bonnetat, Bidard, Boistard, Maignal, Vallantin, Lefrançois, Boucher F. E., Bruys, Roche, Giraud J. B. S., Mathieu, Coster, Vimont. . . . . 13.

Génie militaire. — Bellonnet, Hudry, Barbolain, Dhardivilliers, Provisier, Honoré, Breistroff, Meullin J. B. C., Valessie, Lamezan, Hanin, Dombre, Chancel-Lagrange, Ordinaire, Morvan, Bizos, Jacquand, Jaubert, Viard E. A. H., Revol, Guillemain, Lebel, Marry, Berthois A. M., Barbier J. M. . . . . 25.

Ponts-et-Chaussées. — Cauchy, Girault J. P., Potier, Debehr, Leroy J. L. E., Emmery, Silguy, Bridenne, Maugé, Bétourné J. P. J., Melville, Loyer, François, Commier, Letexier, Corne, Maulbon. . . . . 17.

Mines. — Tisserand, Bredif (aîné), Allou, Grandin H. P. F. 4.

Admis dans les troupes de ligne en qualité de sous-lieutenans.

MM. Conté, Dornier, Fouju, Langlois, Laurent, Pérès, Piéverd, Prétet, Raymond, Royou, Vigier . . . . 11.

Appelés à des fonctions publiques.

M. Arago, adjoint au bureau des longitudes. . . . . . . 1.

Démissionnaires.

MM. Bouscasse, Clément-Desnos, Compère, Dargent, Gilles, Maucler, Moreau. . . . . 7.

N'ont pas rejoint.

MM. Chapuy, Périsse, Philippi, Stael, Toussaint. . . . . 5.

Morts.

MM. Lafont, Rolland . . . . 2.

ÉTAT *de situation des Elèves de l'Ecole Impériale Polytechnique, à l'époque du* 10 *novembre* 1807; *et résultat des examens du jury de passage de la seconde division dans la première et d'admission dans les services publics, et du jury d'admission à l'Ecole Impériale Polytechnique.*

L'Ecole étoit composée, le 20 novembre 1806, de 307 Elèves;

SAVOIR:

Première division		119	} . . . 307 Elèves.
Seconde division.		188	
Elle a perdu dans le cours de l'année:			
Morts	première division.	1	
	seconde division	1	
Démissionnaires	première division	3	
	seconde division.	9	
Passés sous-lieutenans dans la ligne		11	
L'Ecole restoit composée, le 17 octobre 1807, de. .		282	

Elèves admis dans les services publics, d'après la déclaration du jury.

Artillerie de terre	50
Génie militaire.	25
Ponts et Chaussées	17
Mines.	4
Artillerie de marine.	13
Adjoint au bureau des longitudes.	1
TOTAL	110

Le nombre des Elèves restant est de 172;

SAVOIR :

Première division	5	} ... 172 Elèves.
Seconde division	167	

Le jury a jugé que, sur les 167 Elèves qui composoient la seconde division, 129 étoient susceptibles de passer à la première, et 38 devoient faire une seconde année dans cette division : il en est résulté que la nouvelle première division, en comprenant les 5 anciens, se trouvera de 134 Elèves.

Ajoutant aux 172 Elèves qui restent à l'École, les 144 qui ont été admis au concours de cette année. 144

L'École se trouvera composée, au 10 novembre prochain, de 316 Élèves.

SAVOIR :

Première division.	134	} 316
Seconde division	182	

Résultat total des sorties de l'année.

Infanterie de ligne et infanterie légère	11
Artillerie de terre	50
Génie militaire	25
Ponts et Chaussées	17
Artillerie de marine.	13
Mines.	4
Constructions maritimes	»
Ingénieurs-géographes	»
Adjoint au bureau des longitudes	1
Morts.	2
Démissionnaires.	12
TOTAL	135

CONCOURS DE 1807.

Le Jury d'admission de l'Ecole Impériale Polytechnique a prononcé, le 6 octobre, sur les candidats qui se sont présentés au concours de cette année.

313 candidats avoient été examinés, tant à Paris que dans les départemens; 219 ont été déclarés admissibles pour les sciences mathématiques. Mais comme quelques-uns d'entre eux ne réunissoient pas les autres connoissances déclarées également obligatoires par le programme, le Jury a décidé que ces candidats, au nombre de 22, ne concourroient pas; savoir : 14 trop peu instruits dans le dessin; 6 dans la langue latine; 2 dans la langue française.

Le nombre des candidats admis a été de 144.

Nombre des candidats examinés en 1807 . . . . . . 313.

SAVOIR :

A Paris	128	} 313
Dans les départemens	185	

Nombre des candidats admis en 1807 144

SAVOIR :

A Paris	58	} 144
Dans les départemens	86	

Nombre d'Elèves admis jusqu'au 20 novembre 1806 . . . 1836

Nombre total des Élèves admis à l'École depuis son établissement 1980

§ V. ACTE DU GOUVERNEMENT.

Par décret du 5 novembre 1807, S. M. a accordé à M. Lacuée, conseiller d'état, président de section, etc., le titre de *Ministre d'état*; et par décret du 23 décembre, l'a nommé chevalier de l'ordre de la Couronne de fer.

Fautes à corriger dans les Nos. VIII et IX.

Page 275, ligne 4, *au lieu de* proportionnels aux côtés, *lisez* : proportionnels aux sinus des côtés.
Idem, ligne 23, *même correction.*
Page 281, ligne dernière, *au lieu de* cos φ, *lisez* : cot. φ.
Page 287, ligne 18, *au lieu de* ζ, *lisez* : ε.
Page 373, ligne dernière, avant *anciens élèves*, *ajoutez* : Boucharlat (Jean-Louis).

EXPLICATION

De la planche jointe au numéro IX.

Fig. 1. Mémoire de M. François, sur la transformation des coordonnées.

Fig. 2. Article de M. Roche sur les courbes du second degré.

Fig. 3, 4, 5. Démonstration du parallélogramme des forces.

Fig. 6. Article de M. Hachette, sur la perspective.

Fig. 7. Cette figure représente l'appareil dont M. Malus s'est servi pour déterminer les angles qu'il a désignés dans son mémoire par la lettre b; elle comprend quatre figures (a), (b), (c), (d) : la figure (a) est le plan de l'appareil, la figure (b) en est l'élévation, la figure (c) le profil, la fig. (d) est la portion AB de la fig. (c) représentée sur une plus grande échelle.

L'appareil est composé d'une plaque de verre bien dressée, fixée sur une plaque de cuivre horisontale; sur l'extrémité de la plaque de cuivre, s'élève une tige verticale aussi en cuivre, représentée fig. (a) par C, et fig. (b) par EF; on fait glisser sur cette tige divisée en millimètres, une règle horisontale marquée DK fig. (a), G fig. (b), HI fig. (c); un nonius placé sur la règle comprend neuf millimètres divisés en dix parties, ensorte que la différence d'une division de l'échelle à une division du nonius est un décimillimètre.

Ayant placé un prisme P fig. (a), P' fig. (b), qui dépasse en R fig. (a) la plaque de verre; on met sous cette partie R du prisme l'objet dont on veut mesurer le pouvoir refringent; la distance RK fig. (a) de l'objet à l'arête extrême de la règle horisontale, est connue par la division tracée sur la plaque de verre ou la plaque de cuivre; enfin on élève la règle horisontale, jusqu'à ce que le rayon de lumière horisontal qui arrive au point R, se réfléchisse suivant un rayon tel que $P'G$ fig. (b); la hauteur GE connue à un décimillimètre près est la tangente de l'angle $EP'G$, que M. Malus a désigné dans son Mémoire par la lettre b.

Une vis I (fig. d) sert à donner de petits mouvemens au nonius.

TABLE DES MATIÈRES.

CORRESPONDANCE

SUR

L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

Rédigée par M. HACHETTE.

N°. 10. *Avril* 1808.

§. I.

MÉCANIQUE.

Note sur différentes propriétés des projections.

Par M. POISSON.

La projection de l'aire d'une courbe plane sur un autre plan, est égale à cette aire multipliée par le cosinus de l'angle des deux plans; ainsi en appelant a l'aire que l'on considère, b sa projection, et c l'angle des deux plans, on aura

$$b = a \cos c.$$

Soient de même p, p', p'', les projections de a sur trois plans rectangulaires; q, q', q'', les inclinaisons du plan de a sur ces trois plans, et α, β, γ, les inclinaisons du plan de b sur ces trois mêmes plans, on aura d'abord

$$p = a \cos.q, \quad p' = a' \cos.q', \quad p'' = a'' \cos.q'';$$

et d'après une formule connue

$$\cos.c = \cos\alpha.\cos p + \cos\beta.\cos p' + \cos\gamma.\cos p'';$$

donc en multipliant de part et d'autre par a,

$$b = p \cos.\alpha + p' \cos\beta + p'' \cos\gamma.$$

Cette formule donnera la projection de a sur un plan quelconque, lorsque cette projection sera connue sur trois plans rectangulaires, par rapport auxquels la position du nouveau plan sera donnée.

Maintenant si l'on considère un nombre quelconque d'aires a, a', a'', etc., situées dans des plans différens; que l'on projette ces aires sur un même plan, et que l'on désigne la somme des projections par B; que l'on désigne de même par A, A', A'' les sommes des projections des mêmes aires sur trois plans rectangulaires, on conclura sans peine de la formule précédente

$$B = A\cos.\alpha + A'\cos.\beta + A''\cos.\gamma,$$

α, β, γ étant les inclinaisons du plan de B sur les trois plans rectangulaires.

Représentons encore par B' la somme des projections des aires a, a', a'', etc., sur un plan qui fait les angles α', β', γ' avec les trois plans rectangulaires; par B'' la somme de ces aires projettées sur un plan dont α'', β'', γ'' sont les inclinaisons sur les mêmes plans rectangulaires, nous aurons

$$B' = A\cos.\alpha' + A'\cos.\beta' + A''\cos.\gamma',$$
$$B'' = A\cos\alpha'' + A'\cos.\beta'' + A''\cos.\gamma'';$$

et si les trois plans de B, B', B'' sont aussi rectangulaires, il existera entre les neuf cosinus $\cos\alpha$, $\cos\beta$, etc., les équations connues

$$\cos^2.\alpha + \cos^2\alpha' + \cos^2.\alpha'' = 1$$
$$\cos^2.\beta + \cos^2\beta' + \cos^2.\beta'' = 1$$
$$\cos^2\gamma + \cos^2\beta'' + \cos^2\gamma'' = 1$$
$$\cos\alpha\cos\beta + \cos\alpha'\cos\beta' + \cos\alpha''\cos.\beta'' = 0$$
$$\cos.\alpha\cos\gamma + \cos\alpha'\cos\gamma' + \cos\alpha''\cos\gamma'' = 0$$
$$\cos\beta\cos\gamma + \cos\beta'\cos.\gamma' + \cos.\beta''\cos.\gamma'' = 0.$$

Or, en vertu de ces relations, les trois dernières équations donneront

$$\left.\begin{array}{l} A = B\cos\alpha + B'\cos.\alpha' + B''\cos.\alpha'' \\ A' = B\cos\beta + B'\cos.\beta' + B''\cos.\beta'' \\ A'' = B\cos.\gamma + B'\cos.\gamma' + B''\cos.\gamma'' \end{array}\right\} \quad (1)$$

et de plus

$$A^2 + A'^2 + A''^2 = B^2 + B'^2 + B''^2.$$

(*Voy.* le n°. 7 de la Correspondance, pag. 237).

Cette somme $B^2 + B'^2 + B''^2$ sera donc indépendante de la direction des trois plans de projection, et elle restera la même en passant d'un système de plans rectangulaires à un autre. Dans le cas particulier où toutes les aires a, a', a'', etc., sont dans un même plan, cette somme n'est autre chose que le carré de l'aire $a + a' + a'' +$ etc. Voyons ce qu'elle représente dans le cas général.

On a, $B = \sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2 - B'^2 - B''^2}$;

la somme des projections B, qui varie en passant d'un plan de projection à un autre, sera donc la plus grande possible, quand on aura $B' = 0$, $B'' = 0$, et alors elle sera égale à...... $\sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2}$; Ainsi cette quantité constante exprime en général la plus grande somme des projections sur un même plan des aires a, a', a'', etc., que l'on considère dans l'espace. Le plan qui répond à cette plus grande projection jouit de propriétés importantes dans la mécanique; sa position est facile à déterminer d'après les équations $B' = 0$, $B'' = 0$, qui le caractérisent.

En effet, les équations (1) se réduisent alors à

$$A = B\cos\alpha, \quad A' = B\cos\alpha', \quad A'' = B\cos\alpha'';$$

or α est l'inclinaison du plan de la plus grande projection B sur le plan de A: de plus, si l'on désigne par θ l'angle que fait l'intersection de ces deux plans avec la trace du plan de A'' sur le plan de A, ces deux angles θ et α suffiront pour déterminer la position du plan de B, et il est facile de voir que l'on aura

$$\sin.\alpha.\sin.\theta = \cos\alpha', \quad \sin.\alpha.\cos.\theta = -\cos.\alpha'';$$

donc

$$\cos.\alpha = \frac{A}{B} = \frac{A}{\sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2}}$$
$$\sin.\alpha\sin.\theta = \frac{A'}{B} = \frac{A'}{\sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2}}$$
$$\sin.\alpha\cos.\theta = -\frac{A''}{B} = \frac{-A''}{\sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2}},$$

et par conséquent

$$\text{tang.}\,\theta = -\frac{A'}{A''}.$$

Lors donc que l'on connoîtra les sommes A, A', A'' des projections sur trois plans rectangulaires choisis arbitrairement, on pourra immédiatement déterminer la position du plan de la plus grande projection, au moyen des formules

$$\cos\alpha = \frac{A}{\sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2}}, \quad \text{tang}\,\theta = -\frac{A'}{A''}. \qquad (2)$$

Si l'on donne ensuite l'inclinaison δ d'un autre plan sur celui de la plus grande projection, on aura la somme D des projections sur ce nouveau plan, en multipliant $\sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2}$ par $\cos\delta$, c'est-à-dire qu'on aura généralement

$$D = \sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2}.\cos\delta; \qquad (3)$$

et réciproquement, cette équation fera connoître l'angle δ, quand on donnera la somme D des projections.

Les formules (2) et (3) renferment les solutions de tous les problêmes que l'on peut proposer sur les projections des aires. Appliquons maintenant à la mécanique les propriétés géométriques de ces projections que nous venons de démontrer.

Si l'on considère un système de corps dont les masses sont m, m', m'', etc., en mouvement dans l'espace, et si l'on suppose que ces corps ne sont soumis qu'à leurs actions réciproques, dues à des attractions, à des répulsions ou à toute autre cause; la somme des aires planes décrites dans un instant infiniment petit par les rayons vecteurs de ces corps autour du centre de gravité du système, multipliées respectivement par leurs masses, et projettées sur un même plan, reste constante pendant tout le mouvement. C'est un des principes généraux de la mécanique, connu sous le nom *de Principe de la conservation des aires.* Or on peut prendre ces aires multipliées respectivement par les masses, pour les aires que nous avons désignées plus haut par a, a', etc.; alors en représentant toujours par A, A', A'', les sommes de leurs projections sur trois plans rectangulaires choisis arbitrairement, les formules (2) détermineront par rapport à ces plans la position du plan de la plus grande projection; donc si l'on conçoit que ce plan passe par le centre de gravité et soit emporté

avec lui dans le mouvement du système, il restera toujours parallèle à lui-même, puisque les quantités A, A', A'' ne varient pas pendant ce mouvement. Il existe donc, dans tout système de corps soumis à leurs actions réciproques, un plan dont on peut déterminer la position à chaque instant, et qui jouit de la propriété remarquable d'être toujours parallèle à lui-même. Pour cette raison, on l'a nommé *Plan invariable.* Il peut servir en astronomie à reconnoître les variations des orbites planétaires et les mouvemens propres des étoiles. En général, il est naturel, dans les questions de dynamique, de le prendre pour l'un des plans coordonnés, parce qu'alors on fait évanouir deux des trois constantes introduites par le principe des aires, ce qui simplifie les équations du problême.

On appelle *moment* d'une force par rapport à un point, le produit de cette force par la perpendiculaire abaissée de ce point sur sa direction. Si on conçoit un plan quelconque passant par ce point, que l'on projette la force sur ce plan, et qu'on abaisse du même point une perpendiculaire sur cette projection, le produit de cette perpendiculaire par la projection de la force sera le moment de la force projettée. Or on voit que le moment de la force dans l'espace et celui de la force projettée sur le plan, ne sont autre chose que deux triangles qui ont leur sommet commun au centre des momens, et pour bases la force et sa projection; et de plus l'un des triangles est évidemment la projection de l'autre. Donc si l'on a un système de forces dans l'espace, qu'on les projette toutes sur un même plan, que l'on prenne la somme des momens des forces projettées par rapport à un point de ce plan; cette somme variera en faisant tourner le plan de projection autour du centre des momens; et parmi toutes les positions du plan, il en existera une pour laquelle cette somme sera la plus grande. Pour déterminer la valeur de ce plus grand moment et le plan qui lui correspond (lequel plan seroit celui des forces du système, si elles étoient toutes dans un même plan), il suffira de connoître les sommes des momens des forces projettées sur trois plans rectangulaires choisis arbitrairement : désignant par A, A', A'' ces trois sommes, on aura $\sqrt{A^2 + A'^2 + A''^2}$ pour la valeur du plus grand moment, et la position de son plan sera déterminée au moyen des formules (2). La formule (3) donnera ensuite la somme D des momens par rapport au même centre, des forces projettées sur un autre plan, passant par ce centre, et faisant un angle δ avec celui du plus grand moment. Mais si l'on veut déterminer cette somme des momens sans employer l'intermédiaire du plus grand moment, on aura généralement

$$D = A\cos.\varepsilon + A'\cos\varepsilon' + A''\cos\varepsilon'',$$

ε, ε', ε'' étant les inclinaisons du plan du moment D sur ceux des momens A, A', A''; et cette équation, jointe à l'équation (3), fait voir que la composition et la décomposition des momens s'effectuent suivant les mêmes lois que celles des forces, le plus grand moment et son plan remplaçant la résultante et sa direction.

Ces théorèmes sur le plan invariable et sur la composition des momens, sont dus à M. Laplace. En les faisant dépendre de quelques propriétés des projections, nous avons cherché à les démontrer de la manière la plus simple et la plus appropriée à l'enseignement de l'Ecole.

Conditions d'équilibre dans un systéme solide libre.

Par M. Lefebvre, *Adjoint aux répétiteurs d'analyse de l'École Impériale Polytechnique.*

Quelle que soit la forme d'un systême solide, si parmi les points d'application des forces on en prend trois, et qu'on les suppose liés invariablement par des droites, on pourra fixer chacun des autres au moyen de ses trois distances aux premiers. Le systême sera alors remplacé par une suite de pyramides qui auront pour base commune le triangle formé par les trois premiers points, et pour sommets les autres points du systême.

Cette disposition établie, la force qui sollicite un point hors de la base pourra se résoudre, au moyen du *parallélipipède des forces*, en trois autres dirigées suivant les trois arêtes de la pyramide dont il est le sommet. Quant à la force qui sollicite un point de la base, si on la remplace par deux autres, dont l'une soit égale et contraire à la résultante des composantes qui, descendant des différens sommets, viendroient s'appliquer à ce point, il faudra, dans le cas de l'équilibre, que l'autre force et celles qui résulteraient d'une semblable décomposition opérée aux autres points, se détruisent mutuellement: et, si l'on observe qu'elles doivent être dans un même plan, on pourra décomposer l'une d'elles en deux autres dirigées suivant les lignes qui aboutissent aux points sollicités par les deux autres forces. Que l'on remplace actuellement chacune de celles-ci par deux composantes, dont l'une soit égale et opposée à celle qui provient de la première, il n'en restera plus que deux qui devront se faire équilibre, c'est-à-dire, être égales et contraires.

Pour qu'il y ait équilibre dans un systême solide libre, il est donc nécessaire que *les forces qui le sollicitent puissent se décomposer en d'autres égales et contraires suivant les distances mutuelles de leurs points d'application.*

Les équations qui exprimeront la possibilité d'une semblable décomposition seront donc celles de l'équilibre. Il y aura dans ce cas autant de forces à déterminer qu'il y a d'arêtes, c'est-à-dire, $3h-6$, h étant le nombre total des points soumis à des forces.

Si l'on cherche à déterminer ces forces par le calcul, le moyen le plus simple qui se présente, est de décomposer les forces données, chacune en trois autres parallèles à trois axes rectangulaires. Si l'on décompose ensuite, de la même manière, celles qui sont appliquées aux mêmes points que les précédentes, mais qui sont dirigées suivant les arêtes qui aboutissent à ces points, elles devront donner trois forces rectangulaires égales à celles qui sont fournies immédiatement. Chaque point fournissant trois équations, il y en aura en tout $3h$, pour déterminer les $3h-6$ forces de l'équilibre: il restera donc 6 équations de condition.

Pour décomposer une force en trois autres parallèles à trois axes rectangulaires, on sait qu'il faut la multiplier par les cosinus des angles qu'elle fait avec ces trois axes.

Soient donc..... P, P', P'', etc., les forces appliquées aux points dont les coordonnées sont $x, y, z; x', y', z'; x'', y'', z''$, etc. Soit P décomposé en X, Y, Z; P' en X', Y', Z', etc.

Prenant les trois premiers points pour former la base des pyramides successives, désignons par

$$p', p'', p''', \text{etc.};\ q'', q''', \text{etc.};\ r''', \text{etc.},$$

les distances des points du systême au 1er., au 2e., au 3e.: par

$$\varphi', \varphi'', \varphi''', \text{etc.};\ \chi'', \chi''', \text{etc.};\ \psi''', \text{etc.},$$

les forces dirigées respectivement vers ces points.

D'après cette notation les quantités affectées des mêmes accens appartiennent au même point.

Les angles formés avec les trois axes par les droites qui mesurent p', q'', r''', sont

$$\frac{x'-x}{p'}, \frac{y'-y}{p'}, \frac{z'-z}{p'}; \frac{x''-x'}{q''}, \frac{y''-y'}{q''}, \frac{z''-z'}{q''}; \frac{x'''-y''}{r'''}, \frac{y'''-y''}{r'''}, \frac{z'''-z''}{r'''}.$$

Ainsi de suite pour p'', q''', r^{iv}, etc.

D'après cela, il viendra, au 1[er]. point de la base,

$$X = \frac{\phi'(x'-x)}{p'} + \frac{\phi''(x''-x)}{p''} + \frac{\phi'''(x'''-x)}{p'''} + \text{etc.}$$

$$Y = \frac{\phi'(y'-y)}{p'} + \frac{\phi''(y''-y)}{p''} + \frac{\phi'''(y'''-y)}{p'''} + \text{etc.}$$

$$Z = \frac{\phi'(z'-z)}{p'} + \frac{\phi''(z''-z)}{p''} + \frac{\phi'''(z'''-z)}{p'''} + \text{etc.}$$

Au 2[e]. point de la base,

$$X' = \frac{\phi'(x-x')}{p'} + \frac{\chi''(x''-x')}{q''} + \frac{\chi'''(x'''-x')}{q'''} + \text{etc.}$$

$$Y' = \frac{\phi'(y-y')}{p'} + \frac{\chi''(y''-y')}{q''} + \frac{\chi'''(y'''-y')}{q'''} + \text{etc.}$$

$$Z' = \frac{\phi'(z-z')}{p'} + \frac{\chi''(z''-z')}{q''} + \frac{\chi'''(z'''-z')}{q'''} + \text{etc.}$$

Au 3[e]. point de la base,

$$X'' = \frac{\phi''(x-x'')}{p''} + \frac{\chi''(x'-x'')}{q''} + \frac{\psi'''(x'''-x'')}{r'''} + \text{etc.}$$

$$Y'' = \frac{\phi''(y-y'')}{p''} + \frac{\chi''(y'-y'')}{q''} + \frac{\psi'''(y'''-y'')}{r'''} + \text{etc.}$$

$$Z'' = \frac{\phi''(z-z'')}{p''} + \frac{\chi''(z'-z'')}{q''} + \frac{\psi'''(z'''-z'')}{r'''} + \text{etc.}$$

Au 4[e]. point hors de la base.

$$X''' = \frac{\phi'''(x-x''')}{p'''} + \frac{\chi'''(x'-x''')}{p'''} + \frac{\psi'''(x''-x''')}{r'''}$$

$$Y''' = \frac{\phi'''(y-y''')}{p'''} + \frac{\chi'''(y'-y''')}{q'''} + \frac{\psi'''(y''-y''')}{r'''}$$

$$Z''' = \frac{\phi'''(z-z''')}{p'''} + \frac{\chi'''(z'-z''')}{q'''} + \frac{\psi'''(z''-z''')}{r'''}$$

Au..., etc. etc. etc.

Les équations suivantes seroient de la même forme que celle-c

L'on doit observer que si ϕ' agit du 2[e] point vers le premier, la force, qui est égale et contraire à celle-ci, agit du 1[er]. point vers le 2[d]. En étendant cette remarque aux autres forces, l'on voit pourquoi, dans le 1[er]. groupe, on met $\frac{\phi'(x'-x)}{p'}$, $\frac{\phi''(x''-x)}{p''}$, etc. et dans les suivans $\frac{\phi'(x-x')}{p'}$, $\frac{\phi''(x-x'')}{p''}$, etc. Ainsi de suite.

L'élimination des quantités ϕ', ϕ'', etc, χ'', etc., ψ''', etc. fournira les six équations d'équilibre. Trois d'entre elles s'obtiennent sur-le-champ en ajoutant membre à membre les premières de chaque groupe, et en usant de même pour les secondes et les troisièmes. Il vient ainsi :

$$X + X' + \text{etc.} = A = 0, \quad Y + Y' + \text{etc.} = B = 0,$$
$$Z + Z' + \text{etc.} = C = 0.$$

Si l'on forme les produits $Xy - Yx$, $X'y' - Y'x'$, etc, et qu'on ajoute, le second membre s'anéantit et l'on trouve :

$$Xy - Yx + X'y' - Y'x' + \text{etc.} = L = 0,$$
$$Zx - Xz + Z'x' - X'z' + \text{etc.} = M = 0,$$
$$Yz - Xy + Y'z' - Z'y' + \text{etc.} = N = 0,$$

Les trois premières équations ne conservant aucune trace des coordonnées des points d'application, écrivent évidemment que *les forces du système doivent se faire équilibre, lorsqu'on les transporte en un même point parallèlement à elles-mêmes.*

Quant aux trois dernières, on peut les énoncer ainsi : *la somme des momens des projections des forces, sur chacun des plans coordonnés, est égale à zéro.*

On verra plus loin leur signification en mécanique.

Conditions d'équilibre dans un système solide fixé par un point, ou par une droite.

Quand il y a un point fixe dans un système, il peut contribuer à établir l'équilibre. De quelque façon qu'il y contribue, il ne peut que tenir lieu d'une force égale à la résistance qu'il oppose. Si l'on introduit cette force dans les six équations d'équilibre, les trois premières auront lieu d'elles-mêmes. Les trois dernières subsisteront toujours : et, si l'on prend l'origine au

point fixe, le moment de la force appliquée à ce point sera nul. Il restera donc $L=0$, $M=0$, $N=0$ pour les conditions d'équilibre d'un système solide *autour d'un point fixe*. Ce qui fournit l'explication des trois équations des momens, lorsque le système est libre.

Si le système est fixé par une droite, on pourra la prendre pour axe des z; et quelque part que l'on mette l'origine des momens sur cet axe, l'équilibre devra subsister. Si on la transporte à une distance d, tous les z augmenteront de cette quantité. Si, de plus, on suppose appliquée à l'axe des z, à une distance f de la nouvelle origine, une force dont les composantes soient $X_{\prime}$, $Y_{\prime}$, $Z_{\prime}$, les équations des momens deviendront :

$$L=0,\quad M-(X+X'+\text{etc.})\,d-X_{\prime}f=0,$$
$$N+(Y+Y'+\text{etc.})\,d+Y_{\prime}f=0.$$

Les deux dernières font connoître l'effort que l'axe supporte au point où l'on a appliqué les forces $X_{\prime}$, $Y_{\prime}$. Si la résistance de l'axe est suffisante à ce point, comme cela doit avoir lieu lorsqu'il est fixe, les deux dernières équations ont lieu d'elles-mêmes, et il ne reste plus que $L=0$, qui signifie que *la somme des momens des projections des forces, sur un plan perpendiculaire à l'axe fixe, est égale à zéro.*

Dans l'équilibre d'un système libre, comme dans celui d'un système fixé par un point, $L=0$, $M=0$, $N=0$, écrivent donc *qu'il n'y a point de rotation autour de trois axes rectangulaires qui se croisent à l'origine des momens.*

Conclusion qui met encore mieux à découvert la signification des équations des momens.

Condition pour qu'un système de forces ait une résultante.

Lorsqu'un système solide est libre, et qu'on a formé les quantités X, Y, Z, L, M, N, si elles ne sont point nulles, l'équilibre n'existe pas; mais si les forces sont réductibles à une seule R, $-R$ devra produire l'équilibre. Si l'on désigne par a, b, c les angles que sa direction forme avec les x, les y et les z, et par l, m, n les coordonnées d'un de ses points, il viendra

$$A=R\cos a,\quad B=R\cos b,\quad C=R\cos c,$$
$$Am-Bl=L,\quad Cl-An=M,\quad Bn-Cm=N.$$

Les trois premières donnent la valeur et la direction de la résultante. Quant aux trois dernières, elles ne doivent point déterminer a, b, c, s'il y a une résultante, puisque ces quantités sont les coordonnées d'un quelconque de ses points. Elles doivent donc être les équations de la résultante. Cette condition exige que la troisième soit comportée par les deux autres. Si l'on élimine l, m entre ces trois équations, n disparoît, et il reste

$$LC+MB+NA=0.$$

Cette équation, nécessaire pour qu'il y ait une résultante, n'est insuffisante que lorsque A, B, C sont nulles. Cela se voit par les équations entre l, m, n, qui, dans cette supposition, sont absurdes, à moins que l'on ait $L=0$, $M=0$, $N=0$; et dans ce dernier cas il y a équilibre.

C'est à M. Poinsot que l'on doit la méthode qu'on vient d'appliquer à la recherche des six équations d'équilibre; elle est principalement remarquable par la pureté et l'élégance des considérations qu'on y emploie, et elle se trouve indiquée d'une manière claire et précise dans un mémoire qu'il a lu à l'Institut national, et qui a été inséré dans le 13ᵉ. cahier du Journal de l'École Polytechnique.

OPTIQUE.

De l'arc-en-ciel, par M. Hachette.

L'arc-en-ciel est une image circulaire et colorée du soleil, qui résulte de la décomposition de ses rayons par l'eau que l'air tenoit en dissolution et qui tombe en gouttes de pluie. Cet effet de l'eau sur la lumière est toujours accompagné de plusieurs circonstances sans lesquelles le phénomène n'auroit pas lieu; ainsi, on ne voit l'arc-en-ciel que dans la partie de l'atmosphère où un nuage qui se résout en pluie, est éclairé par la lumière blanche du soleil; il n'est visible que pour des spectateurs qui ne reçoivent pas l'impression de cette lumière directe.

*

D'autres circonstances rendent l'arc-en-ciel plus ou moins apparent ; un nuage opaque placé derrière la portion transparente de l'atmosphère où l'arc est formé, en fait ressortir les couleurs ; cette portion d'atmosphère ne doit pas seulement être transparente, il faut encore qu'elle ait une certaine étendue en épaisseur, sur-tout pour que l'arc-en-ciel soit visible à une grande distance.

La grandeur et la position des arcs-en-ciel dépendent de la hauteur du soleil, de la position du spectateur par rapport à cet astre, et de la figure du terrein enveloppé par les nuages.

Un arc-en-ciel dont les couleurs sont très-vives, est toujours accompagné d'un second arc, et quelquefois mais très-rarement, d'un troisième ; l'ordre des couleurs dans tous ces arcs est constant ; du rouge on passe au jaune, au bleu et au violet, en observant néanmoins que dans le premier arc, les rayons rouges sont plus inclinés à l'horison que les rayons violets, et que c'est l'inverse pour le second arc ; dans le 3[e]. et le 4[e]. arc, le 5[e]. et 6[e]., etc., les choses se passent de la même manière que dans le premier et le second.

Les couleurs du second arc sont beaucoup moins vives que celles du premier ; et le troisième arc est ordinairement si foible, qu'il est rarement visible ; *le diamètre apparent de chacun de ces arcs est constant.*

Les principales circonstances de l'arc-en-ciel étant connues, j'ai pensé qu'il ne seroit pas inutile de présenter à MM. les élèves de l'École Polytechnique, une rédaction de la théorie de cet effet de lumière, en faisant usage des méthodes de calcul et de géométrie, qui leur sont familières ; car, quoique les derniers traités de physique renferment cette théorie, il m'a semblé qu'ils laissoient encore quelque chose à desirer, et que les auteurs de ces traités avoient craint d'outrepasser la limite des connoissances mathématiques, dont on se contente ordinairement, pour étudier la physique.

Nous allons d'abord considérer la marche de la lumière du soleil dans une goutte d'eau supposée sphérique, et l'impression de cette lumière sur un spectateur qui, ne recevant pas les rayons directs du soleil, voit la goutte d'eau éclairée par cet astre.

En regardant le soleil comme un point placé à une grande distance de la terre, les rayons solaires arrivent sensiblement parallèles entre eux sur la goutte d'eau qu'ils éclairent ; ils s'y réfractent pour passer de l'air dans l'eau et de l'eau dans l'air, mais cette seconde réfraction est accompagnée d'une réflexion ; les rayons solaires étant décomposés par la première réfraction en élémens rouge, jaune, etc., ces élémens se réfléchissent dans l'intérieur de la goutte avant de repasser dans l'air ; or, d'après les lois de la réflexion et de la réfraction, un rayon solaire quelconque et les rayons colorés qui résultent de sa décomposition sont dans un plan mené par le rayon et le centre de la goutte d'eau ; donc si, par l'œil d'un spectateur, les centres du soleil et de la goutte, on mène un plan, il n'y aura que les rayons solaires tombant sur la section de la goutte sphérique par ce plan, dont les élémens colorés pourront arriver à l'œil du spectateur ; mais ces rayons élémentaires arriveront mêlés et divergens, et la couleur du spectre qu'ils produiront, sera d'autant plus foible qu'on sera plus éloigné du lieu où est placée la goutte d'eau ; pour chaque système de rayons colorés, il y a un petit faisceau composé de rayons sensiblement parallèles ; comme on n'éprouve la sensation de la couleur propre à ces rayons que lorsque l'œil en reçoit l'impression, on les a nommés *efficaces*. La détermination de l'angle que chacun de ces faisceaux efficaces fait avec les rayons solaires, est un des principaux points de la théorie de l'arc-en-ciel.

De l'angle des rayons efficaces avec les rayons solaires.

Soit $ABCF$ (fig. 1. planche 1.) la section de la goutte d'eau dans le plan mené par le centre O de cette goutte, par l'œil du spectateur, et parallèlement aux rayons directs du soleil ; ces rayons qui tombent sur l'arc AB se réfractent et se décomposent en rayons colorés ; ne considérons de ces derniers que les rouges ; on sait par les expériences de Newton, que pour cette espèce de rayons, le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction de l'air dans l'eau est celui de 4 à 3, il sera donc facile, d'après cette donnée, de construire la fig. (1) qui représente tous les rayons rouges réfractés ; or, on voit que ces rayons sont tangens à une même caustique GCH qui coupe le grand cercle de la goutte d'eau au point C ; le rayon CE se réfléchissant en CE' et se réfractant dans l'air en $E'L'$, il est évident que le petit faisceau $ELMF$ composé de rayons parallèles, conservera son parallélisme dans la direction $E'L'M'F'$, puisque les droites $E'L'$, $F'M'$ font avec les cordes CE', CF' les mêmes angles que les droites EL,

FM font avec les cordes *CE*, *CF* ; un œil placé dans la direction du rayon rouge *E' L'*, pourra recevoir l'impression du rayon qui en est très-voisin, à cause de la petite divergence de deux rayons consécutifs ; mais si, par le centre *O* de la goutte d'eau, on conçoit une droite parallèle à *E' L'*, sur laquelle seront placés les centres d'autres gouttes *o'*, *o''*, etc., (fig. 2.), la lumière qui pénètre l'espace dans lequel la pluie tombe, éclairera ces gouttes, et s'y décomposera en rayons rouges ; ces rayons se réunissant dans la direction *E' L'*, feront éprouver à un spectateur placé dans la même direction la sensation du rouge, à moins qu'il n'y ait autour de l'espace occupé par la pluie des parties du ciel trop éclairées, dont la lumière directe affoiblisse la lumière décomposée ; mais si au-delà l'espace occupé par la pluie, on voit des nuages noirs qui servent de fond à l'arc-en-ciel, cet arc paroîtra sous des couleurs très-vives; lorsque l'espace rempli par les gouttes d'eau, n'est pas étendu en profondeur, les molécules *O*, *o'*, *o''* sont en petit nombre, et la lumière colorée qu'elles envoient, quoique dans une même direction, se disperse avant d'arriver à l'œil du spectateur ; c'est d'ailleurs à cause de l'étendue des nuages que l'arc-en-ciel est visible en même tems en des lieux différens.

Tout ce qu'on vient de dire des rayons rouges doit s'entendre des rayons violets, et de tous les rayons colorés placés entre le rouge et le violet ; ainsi, il y a un petit faisceau blanc composé de rayons parallèles qui, tombant sur l'arc *A B* (fig. 1) sort de la goutte d'eau sous la forme d'un petit faisceau violet, *E' F' L' M'* très-peu divergent ; ce faisceau dont la couleur est augmentée par la réunion des rayons efficaces provenant des molécules disposées comme on le voit dans la fig. (2), produit sur l'œil qui est placé dans la direction de ce faisceau, l'impression du violet ; la réfrangibilité des rayons violets n'étant pas la même que celle des rayons rouges, les rayons efficaces correspondant aux couleurs extrêmes de l'arc-en-ciel, le rouge et le violet, font entre eux un angle qu'on prend pour la mesure de la largeur de l'arc ; le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction, pour les rayons violets qui passent de l'air dans l'eau, étant supposé de 109 à 81 comme Newton l'a donné, on pourra construire la caustique de réfraction *GCH* (fig. 1), et déterminer l'angle des rayons violets efficaces, comme on a trouvé l'angle *acb* pour les rayons rouges.

L'angle de chaque faisceau de rayons colorés efficaces avec la droite menée par l'œil du spectateur parallèlement aux rayons

solaires étant constant, il est évident que cet angle sera le même dans tous les plans menés par cette droite ; donc tous les rayons colorés d'une même espèce appartiendront à un cône dont l'œil est le sommet, et dont l'axe est parallèle aux rayons solaires : or l'apparence de toute courbe tracée sur un cône droit, est un cercle dont le plan est perpendiculaire à l'axe de ce cône ; donc l'image du soleil, produite par les rayons que les gouttes d'eau ont décomposés, est formée d'une suite de cercles différemment colorés, dont les plans sont perpendiculaires aux rayons directs du soleil. Le cercle rouge et le cercle violet terminent cette image. La portion de ces cercles qui est visible, pour une hauteur donnée du soleil, dépend de la forme du terrein et de la position des nuages opaques qui les entourent. C'est en pleine mer, et lorsque le soleil est peu élevé au-dessus de l'horison, que l'on voit les arcs-en-ciel les plus colorés.

Il y a une circonstance assez remarquable pour les navigateurs, c'est la réunion de deux arcs-en-ciel, l'un produit par les rayons directs du soleil, et l'autre par l'image de cet astre sur la surface réfléchissante des eaux de la mer. Les droites, menées de l'œil du spectateur au centre du soleil et au centre de son image au-dessous du niveau des eaux, forment avec l'horison des angles égaux, et par conséquent les plans des arcs dus au soleil et à son image font entre eux un angle égal a celui de ces droites. On lit dans les Mémoires de l'Institut d'Egypte (pag. 8), le rapport suivant de M. Monge sur ce double arc-en-ciel :

« Pendant notre retour d'Egypte (*M. Monge accompagnoit l'Empereur qui a débarqué à Fréjus, le* 8 *octobre* 1799), lorsque nous approchions des climats d'Europe, un matin, quelques minutes après le lever du soleil, le ciel étoit clair à l'est ; il pleuvoit du côté de l'ouest, et l'on voyoit les deux arcs-en-ciel ordinaires, l'un intérieur produit par une seule réflexion des rayons au-dedans des gouttes de pluie, l'autre extérieur produit par deux réflexions. Dans ce moment, la mer et l'atmosphère étoient l'un et l'autre parfaitement calmes, et la surface de l'eau qui étoit très-lisse, réfléchissoit assez bien l'image du soleil. Cette image réfléchie donnoit aussi lieu à deux arcs-en-ciel particuliers. Les deux premiers arcs, produits par les rayons directs et descendans, formoient des segmens moindres que la demi-circonférence ; les deux autres, produits par les rayons réfléchis et ascendans, présentoient au contraire des segmens plus grands que de 180°. De ces quatre arcs simultanés, les analogues avoient même pied, et divergeoient, comme feroient deux segmens d'une même circonférence de cercle, repliés sur leur corde commune (les Arabes nomment ce

phénomène *âl-beïdhât*, pluriel de *d'âl-beïdah*, la lumière, la clarté). »

Cette explication s'accorde avec celle de Descartes, qui avoit observé le même phénomène près d'un grand lac.

Du second arc-en-ciel.

Les rayons colorés qui ont subi une première réflexion dans l'intérieur de la goutte d'eau, n'en sortent pas en totalité; une partie repasse dans l'air, et une autre partie éprouve une nouvelle réflexion. C'est à cette double réflexion, suivie d'une réfraction de l'eau dans l'air, qu'est dû le second arc-en-ciel; les rayons efficaces pour chaque couleur sont encore ceux qui sortent de la goutte d'eau sensiblement parallèles entre eux : or pour que ce parallélisme ait lieu, on démontre que les rayons extrêmes du faisceau coloré qui deviennent efficaces sont, dans la première réflexion, parallèles entre eux; en effet, soit *MFLE* (fig. 3.) le faisceau qui doit devenir efficace; il se réfracte suivant *FEfe*, et il se réfléchit suivant *efe'f'*. Or si les deux rayons *ee'*, *ff'* sont parallèles, leurs réfléchis *e'E'*, *f'F'* comprendront, en se croisant, les deux arcs *e'f'*, *E'F'* égaux chacun à l'arc *ef*, et feront, avec les rayons réfractés *F'M'*, *E'L'*, des angles égaux à ceux que les rayons incidens *MF*, *LE* font avec les rayons qui se réfractent suivant *Ff* et *Ee*; donc les rayons *F' M'*, *E' L'* sont parallèles entre eux, comme les droites *FM*, *EL* le sont entre elles.

Pour un troisième arc-en-ciel, les rayons colorés éprouveroient dans l'intérieur de la goutte d'eau trois réflexions avant de rentrer dans l'air; le faisceau, à la 1re. réfraction et à la 3e. réflexion, devra, pour devenir efficace, rencontrer le grand cercle de la goutte d'eau sous le même angle; d'où il suit que pour ce 3e. arc, les rayons extrêmes de ce faisceau doivent, à la première réflexion, concourir, comme dans le 1er. arc à la première réfraction, en un point du grand cercle de la goutte d'eau. En raisonnant de la même manière pour le 4e. arc, on verra que les rayons extrêmes du faisceau doivent devenir parallèles à la seconde réflexion, et pour le 5e. arc, ils concourent à la troisième réflexion sur le grand cercle de la goutte d'eau. Pour le 6e. arc, ils deviennent parallèles à la quatrième réflexion, et ainsi de suite. En général, pour le n^e. arc, ils deviennent parallèles à la $\left(\frac{n}{2}+1\right)^{eme}$. réflexion, lorsque n est pair; ils concourent sur le grand cercle de la goutte d'eau à la $\left(\frac{n+1}{2}\right)^{eme}$. réflexion, lorsque n est impair.

Le second arc-en-ciel n'étant dû qu'à deux réflexions successives des rayons efficaces dans l'intérieur de la goutte d'eau, on conçoit que ses couleurs doivent être beaucoup moins intenses que celles du premier; mais il y a une autre circonstance qui distingue ces deux arcs, c'est le renversement des couleurs. Dans le premier arc, le cercle rouge est plus élevé par rapport à l'horison que le cercle violet, et c'est l'inverse pour le second arc. Le même renversement de couleurs a lieu dans deux arcs consécutifs, dont l'un provient d'un nombre impair et l'autre d'un nombre pair de réflexions. Le premier arc-en-ciel diffère encore du second par la largeur, c'est-à-dire par l'angle que les arêtes des cônes qui ont pour base les cercles extrêmes d'un même arc, font entre elles dans un plan mené par l'axe commun de ces cônes. Les fig. 1, 2, 3 suffisent pour rendre raison de ces différences par rapport aux deux premiers arcs-en-ciel; mais le calcul donnera la valeur exacte des angles dont ces différences dépendent, non-seulement pour ces deux arcs, mais encore pour ceux qui résultent d'un nombre quelconque de réflexions.

Théorie de l'arc-en-ciel déduite du calcul.

Soit *ADEF* (fig. 4) la section de la goutte d'eau dans le plan mené par le centre de cette goutte, le centre du soleil et l'œil du spectateur; un rayon blanc *SA* se réfracte suivant *AD*, et se réfléchit un nombre p de fois, suivant les droites *AD*, *DF*, *EF*, etc., et rentre dans l'air suivant la droite *Fœ*, qui, étant prolongée, rencontre la droite *SA* au point *C*; l'angle *BFE* du dernier rayon réfléchi *FE* avec la droite *BF* étant égal à l'angle *BAD* du rayon réfracté *AD* avec la droite *BA*, il est évident que l'angle *EFC* est égal à l'angle *DAC*, puisque le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction est constant; donc la droite *BC* divisera l'angle *ACF* en deux parties égales *ACB*, *BCF*.

Soit m l'angle d'incidence *BAC*;
n l'angle de réfraction *BAD*;
a le rapport de sin m à sin n, le rayon étant 1;
π la demi-circonférence dont le rayon est 1.

Nous allons d'abord chercher l'expression de l'angle *ACF* correspondant à un nombre quelconque p de réflexions, en fonction des deux angles m et n; puis nous déterminerons la valeur de cet angle, correspondant aux rayons efficaces, d'après la condition qu'elle ne varie pas, lorsqu'on fait varier infiniment peu

l'angle d'incidence m; cette méthode de calcul est celle qu'a donnée M. Poisson, dans une édition de l'Optique de Lacaille, augmentée par des Élèves de l'École Polytechnique.

L'angle $ACB = \pi - m - ABC$; or, l'angle $ABC = \frac{ADEF...}{2}$

$=$ angle $ABD \times \frac{(p+1)}{2}$, mais l'angle $ABD = \pi - 2n$.

Donc l'angle $ABC = (\pi - 2n)\,\frac{(p+1)}{2}$, et enfin

angle $ACB = y = \pi - m - (\pi - 2n)\,\frac{(p+1)}{2}$, et réduisant:

$$2y = 2n(p+1) - 2m - \pi(p-1) \qquad (1)$$

Lorsque le rayon CF est efficace, on doit avoir $\frac{dy}{dm} = 0$;

Différentiant l'équation (1), on a $\frac{dn}{dm}(p+1) - 1 = 0 \qquad (2)$

Mais, d'après les données, . . . $\frac{\sin m}{\sin n} = a \qquad (3)$

D'où l'on tire . . . . $\frac{dn}{dm} = \frac{\cos m}{a \cos n} \qquad (4)$

Substituant cette valeur de $\frac{dn}{dm}$ dans l'équation (2),

on aura $\qquad (p+1)\cos m = a \cos n \qquad (5)$

En combinant les équations (3) et (5), on obtient les valeurs suivantes.

$$\left.\begin{aligned}
\sin m &= \pm \sqrt{1 - \frac{(a^2-1)}{p(p+2)}} \\
\cos m &= \pm \sqrt{\frac{a^2-1}{p(p+1)}} \\
\sin n &= \pm \frac{1}{a}\sqrt{1 - \frac{(a^2-1)}{p(p+2)}} \\
\cos n &= \pm \frac{1}{a}\sqrt{\frac{(a^2-1)(p+1)}{p}}
\end{aligned}\right\} (E).$$

Les angles m et n étant connus par ces équations, l'équation (1) donnera la valeur de $2y$ correspondant aux rayons efficaces.

La valeur de sin m est double; le signe $+$ correspond au cas où le point d'incidence A (fig. 4) est au-dessus de la droite BO parallèle aux rayons solaires; et le signe $-$ correspond au cas où ce point est au-dessous de cette même droite; le signe qu'on doit prendre pour sin m est déterminé par la condition, que le rayon $F\omega$ n'est efficace que pour un spectateur qui ne reçoit pas les rayons directs du soleil: ainsi on voit (fig. 1) que si pour la première réflexion, c'est-à-dire lorsque $p=1$, sin m est positif; pour la seconde réflexion (fig. 3), auquel cas $p=2$, sin m est négatif.

En observant que dans l'équation (1), $p-1$ est un nombre entier pair lorsque p est impair, et qu'il est un nombre impair lorsque p est pair, on aura lorsque p est impair

$$2y = 2n(p+1) - 2m \qquad (P')$$

Et si on suppose que lorsque p est pair, les angles y, m, n et le nombre p soient représentés par les lettres Y, M, N, P.

on aura $\qquad 2Y = 2N(P+1) - 2M - \pi \qquad (P'')$

La valeur d'un angle étant toujours double à cause de son supplément, la même considération qui sert à déterminer le signe du sinus de l'angle d'incidence m, fera voir laquelle des deux valeurs données par chacune des deux équations (P'), (P'') on doit prendre.

On voit par les équations (E) que si la valeur a du rapport entre le sinus d'incidence et le sinus de réfraction augmente, le sinus de l'angle m et l'angle lui-même diminuent; donc si dans l'équation (P') on change les angles y, m, n correspondant au rapport a et au nombre de réflexions p, et qu'on y substitue les angles y', m', n' qui correspondent au rapport a' et au même nombre p, cette équation (P') deviendra

$$2y' = 2n'(p+1) - 2m' \qquad (Q')$$

dans laquelle m' et n' sont des angles plus petits que m et n.

a et a' étant les rapports des sinus d'incidence et de réfraction pour les rayons rouges et violets, $2y - 2y'$ sera la largeur de l'arc-en-ciel, c'est-à-dire qu'on verra les rayons colorés extrêmes de cet arc sous l'angle $2y - 2y'$.

Lorsqu'on a $y > y'$, les rayons rouges sont plus élevés par

rapport à l'horison, que les rayons violets, et c'est l'inverse lorsqu'on a $y < y'$.

Les équations (P') et (Q') pourront être mises sous cette forme

$$2y = 2np - 2(m - n)$$

$$2y' = 2n'p - 2(m' - n') \text{ ou } 2y' = 2np - 2kp - 2(m' - n')$$

en nommant k la différence de n à n'; or pour la valeur de $a = \frac{4}{3}$, et $a' = \frac{109}{81}$, on a $2(m - n) < 2kp + 2(m' - n')$; d'où il suit que, pour cette valeur, on aura $2y > 2y'$; c'est-à-dire que, pour les arcs-en-ciel d'un nombre impair de réflexions, les rayons rouges sont plus élevés par rapport à l'horison, que les rayons violets.

En raisonnant de la même manière sur l'équation (P''), elle deviendra, pour le rapport a',

$$2Y' = 2N'(P + 1) - 2M' - \pi \qquad (Q'')$$

et la différence des deux angles $2Y'$ et $2Y$ donnera la largeur de l'arc-en-ciel correspondant au nombre P, qu'on suppose pair. Les angles Y et Y' étant positifs et moindres que 180° ou π, on peut écrire ainsi les équations (P'') et (Q'').

$$2Y = \pi + 2M - 2N(P + 1)$$

$$2Y' = \pi + 2M' - 2N'(P + 1)$$

Faisant $N' = N - \delta$,

$$2Y = \pi + 2(M - N) - 2NP$$

$$2Y' = \pi + 2(M' - N') + 2\delta P - 2NP.$$

Or, pour le rapport $a = \frac{4}{3}$ et $a' = \frac{109}{81}$, on a

$$(M - N) < (M' - N') + \delta P,$$

donc $2Y'$ est plus grand que $2Y$; donc, pour tous les arcs-en-ciel d'un nombre pair de réflexions, les rayons violets sont plus élevés par rapport à l'horison du spectateur, que les rayons rouges; ce qui explique le renversement des couleurs dans le premier et le second arc-en-ciel, quoique ces couleurs se succèdent dans le même ordre, c'est-à-dire en allant dans l'un et l'autre cas du rouge au violet, ou du violet au rouge.

En comparant entre elles les valeurs $Y' - Y$ et $y - y'$, on aura les différences entre les diamètres des arcs-en-ciel d'un nombre pair ou impair de réflexions.

Calcul numérique de l'arc-en-ciel.

On suppose que le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction est $\frac{4}{3}$ pour les rayons rouges, et $\frac{109}{81}$ pour les rayons violets.

Du premier arc-en-ciel, pour lequel on a $p = 1$.

Faisant, dans les équations (E) pag. 406, $a = \frac{4}{3}$, $p = 1$,

on a $\quad \sin m = \sqrt{\frac{20}{27}}, \qquad \sin n = \frac{3}{4}\sqrt{\frac{20}{27}}.$

Or, $\quad \log 20 = 1.30103000, \quad \frac{1}{2}\log 20 = 0.65051500$

$\quad \log 27 = 1.43136376, \quad \frac{1}{2}\log 27 = 0.71568188$

Retranchant $\frac{1}{2}\log 27$ de la somme $10 + \frac{1}{2}\log 20$, on a

pour le logarithme de sin m,	9.93483312
Ajoutant le logarithme de 3	0.47712125
	10.41195437
Retranchant log 4	0.60205999
on a, pour le logarithme de sin n,	9.80989438
et par approximation	9.8098944

d'où l'on a, d'après les tables,

$$m = 59^\circ\ 23'\ 28'', \qquad n = 40^\circ\ 12'\ 10'',6$$

ou, d'après l'équation (1),

$$2y = 2(2n - m)$$

Donc, pour le premier arc-en-ciel, l'angle des rayons rouges efficaces avec les rayons directs du soleil est égal à 42° 1′ 46″,4; pour trouver l'angle des rayons violets efficaces avec les mêmes rayons directs du soleil, il faut, dans les équations (E), faire $a = \frac{109}{81}$, et $p = 1$, ce qui donne

$$\sin m' = \sqrt{\frac{14363}{19683}}, \qquad \sin n' = \frac{81}{109}\sqrt{\frac{14363}{19683}}.$$

En désignant par m' et n' les valeurs de m et n correspondantes au rapport $\frac{81}{109}$.

$$\log 14363 = 4.1572452, \qquad \frac{1}{2}\log 14363 = 2.0786226$$

$$\log 19683 = 4.2940913, \qquad \frac{1}{2}\log 19683 = 2.1470456$$

ce qui donne, pour log sin m',	9.9315770
Log 81 =	1.9084850
Log sin m + log 81 =	11.8400620
Retranchant log 109 =	2.0374265
on a, pour log sin n'	9.8026355

ce qui donne

$$m' = 58^\circ\ 40'\ 31'', \qquad n' = 39^\circ\ 24'\ 18''.$$

Par l'équation (1), $2y' = 2(2n' - m')$,
donc $2y' = 40^\circ\ 16'\ 10''$
mais $2y = 42^\circ\ 1'\ 46''$, donc le diamètre $2y - 2y'$ du premier arc-en-ciel est $1^\circ\ 45'\ 36''$.

Du second arc-en-ciel, par lequel on a $p = 2$.

Faisant, dans les équations (E), $a = \frac{4}{3}$, $p = 2$, on a

$$\sin m = \sqrt{\frac{65}{72}}, \qquad \sin n = \frac{3}{4}\sqrt{\frac{65}{72}}.$$

$$\text{Log } 65 = 1.8129136, \qquad \frac{1}{2}\log 65 = 0.9064568$$

$$\text{Log } 72 = 1.8573325, \qquad \frac{1}{2}\log 72 = 0.9286662\overline{5}$$

Log sin m,	= 9.9777904$\overline{3}$
Ajoutant log 3	= 0.4771212$\overline{5}$
Log sin m + log 3	= 10.4549116$\overline{8}$
Retranchant log 4	= 0.6020599$\overline{9}$
Log sin n	= 9.8528516$\overline{9}$
et par approximation	= 9.8528517

Cherchant les valeurs de m et n correspondantes à leurs sinus, on a

$$m = 71^\circ\ 49'\ 55'', \qquad n = 45^\circ\ 26'\ 51''.$$

Or, d'après l'équation (1), $2y = 2(3n - m) - \pi$,

ou $$2y = \pi - 2(3n - m).$$

Donc, par le second arc-en-ciel, les rayons rouges efficaces font, avec les rayons directs du soleil, un angle

$$2y = 50^\circ\ 58'\ 44''.$$

Les équations (E) donnent pour les angles m et n qui correspondent à la valeur $\frac{109}{81}$ de a, et que nous nommerons m' et n', pour les distinguer des précédentes,

$$\sin m' = \sqrt{\frac{47168}{52488}}, \qquad \sin n' = \frac{81}{109}\sqrt{\frac{47168}{52488}}.$$

$$\text{Log } 47168 = 4.6736475, \qquad \frac{1}{2}\log 47168 = 2.3368237$$

$$\text{Log } 52488 = 4.7200600, \qquad \frac{1}{2}\log 52488 = 2.3600300$$

Log sin m'	= 9.9767937
Log 81	= 1.9084850

$\text{Log sin } m' + \log 81 \qquad = 11.8852787$
$\text{Retranchant log } 109 \qquad = 2.0374265$

$\text{Log sin } n' \qquad = 9.8478522$

Les tables donnent, pour m' et n',

$$m' = 71° \, 26' \, 9'', \qquad n' = 44° \, 47' \, 8'',$$

et à cause de $2y' = \pi - 2(3n' - m')$

$$2y' = 54° \, 9' \, 30''.$$

Pour le premier arc-en-ciel, on a trouvé $2y > 2y'$, pour le second $2y' > 2y$; donc, les couleurs de ces deux arcs vont, dans le premier, en comptant de l'horison, du violet au rouge, et dans le second, du rouge au violet.

Le diamètre du second arc a, pour expression,

$$2y' - 2y = 3° \, 10' \, 46''$$

tandis que le diamètre du premier est $1° \, 45' \, 36''$.

Les deux arcs-en-ciel correspondant à $p = 1$ et $p = 2$ étant souvent visibles en même tems, on pourra vérifier par expérience la mesure des angles donnés par le calcul. Les différences qu'on observera seront dues au diamètre du soleil, dont on a fait abstraction, et elles seront d'ailleurs très-petites. L'effet de ce diamètre est d'augmenter la largeur des arcs-en-ciel et de diminuer l'intervalle qui les sépare.

Nous terminerons cet article par une note historique sur l'arc-en-ciel.

Note historique sur l'arc-en-ciel.

Les anciens philosophes qui ont cherché l'explication de l'arc-en-ciel, supposoient que ce phénomène étoit un effet de la réflexion de la lumière à la surface des gouttes d'eau répandues dans l'air suivant un certain ordre; des idées plus justes prirent la place de ces hypothèses, lorsqu'on connut l'expérience de *Marc-Antoine* Dominis, archevêque de Spalato, mort à Rome en 1625, dans les prisons de l'inquisition. Avant de publier le Traité de théologie qui a été la principale cause de ses malheurs, ce prélat avoit écrit un ouvrage d'optique: « *De Radiis visûs et lucis in vitris perspectivis, et iride, tractatus* », petit in-4°. de 78 pag., imprimé à Venise en 1611. La première partie de cet ouvrage traite des verres de lunettes et de leur usage pour remédier aux défauts de la vue. L'arc-en-ciel est le principal sujet de la seconde partie. L'explication de ce phénomène n'est pas aussi heureuse qu'on auroit pu l'attendre de l'expérience qui lui sert de base, et qui consiste à suspendre une fiole ou une petite boule en verre remplie d'eau, de manière qu'elle soit éclairée par les rayons du soleil. Un spectateur, placé convenablement entre le soleil et la boule d'eau, voit deux spectres colorés, tout aussi distincts que ceux qu'on obtient par des prismes de verre. L'auteur de cette expérience en a conclu que la goutte de pluie d'une forme sphérique devoit produire les mêmes effets que la boule d'eau; il a ajouté à cette conclusion la véritable raison de l'apparence circulaire de l'iris: mais en admettant un faux principe, qui d'ailleurs lui sembloit prouvé par son expérience, il passa bientôt de la vérité à l'erreur. Il a supposé que, lorsque la lumière se réfléchissoit dans l'intérieur des corps transparens, cette réflexion se faisoit et ne pouvoit se faire que *de deux manières*. Il ne se douta pas que le même rayon de lumière pouvoit subir dans l'intérieur de la goutte d'eau un nombre indéfini de réflexions; et, d'après son principe, il s'est dispensé de rechercher la raison des rayons efficaces. Cette dernière découverte exigeoit plus de connoissances mathématiques que n'en avoit M. A. *Dominis*, elle étoit réservée à Descartes.

Dans le même tems où l'ouvrage de *Dominis* a paru, on s'occupoit avec succès en Hollande de dioptrique. *Jacques* Metius, habile artiste, frère du géomètre *Adrien* Metius, avoit fait hommage de la première lunette d'approche aux Etats-Généraux de Hollande de 1609; Snellius Wilbrod, professeur de mathématiques à Leyde en 1613, avoit trouvé cette loi si simple de la réfraction, *que les sinus d'incidence et de réfraction sont dans un rapport constant*. Quoique les deux ouvrages imprimés de ce géomètre *Erasthotenes batavus* et *Cyclometrium*, ne fassent pas mention de cette découverte; quoiqu'un jésuite allemand, Scheiner, n'en ait point parlé dans un ouvrage d'optique publié en 1619, sous le titre de *Oculus*, cependant Vossius (Isaac), né à Leyde en 1618, ne laisse aucun doute sur cette époque de l'histoire de l'optique; il dit positivement dans son traité *De Lucis naturâ et proprietate*, imprimé en 1662, que Wilbrod Snellius avoit laissé à ses héritiers trois livres d'optique inédits, dans lesquels on trouve l'énoncé très-clair et très-précis de la loi de la réfraction. Descartes, qui a passé de France en Hollande en 1629, a dû connoître les travaux des savans hollandais; et quoiqu'il ne cite pas Snellius dans son Traité d'optique, qui a paru en 1637, on doit regarder ce géomètre comme l'inventeur de la loi de la réfraction. D'ailleurs, si Descartes ne l'avoit pas supposée connue, ou il l'auroit

démontrée, ou il l'auroit présentée comme un résultat d'expériences. Loin de le démontrer, il se perd en faux raisonnemens sur les causes de la réfraction; car Leibnitz paroît être le premier qui ait considéré la lumière comme un corps soumis à la loi générale de l'attraction. (Voyez son mémoire : *Acta eruditorum. Lipsiæ*, 1682.) Quant à l'application de la découverte de Snellius à la détermination des rayons rouges efficaces dans l'arc-en-ciel, elle est bien due à Descartes, et on connoît par sa Dioptrique la méthode de calcul qui lui a donné le véritable diamètre de l'arc-en-ciel.

Après avoir appliqué la loi de la réflexion de la lumière aux réflexions successives qu'un même rayon lumineux peut subir dans l'intérieur d'un corps transparent, Descartes examine ce que deviennent des rayons de lumière parallèles entre eux qui tombent sur un cercle d'un rayon 10000, sous des angles tels que leurs sinus croissent en proportion arithmétique depuis 1000 jusqu'à 10000, la raison de cette progression étant 1000. Ayant calculé pour une, et ensuite pour deux réflexions les angles des rayons sortans du cercle avec les rayons entrans, il a vu que par le premier arc-en-ciel, ces angles augmentoient d'abord depuis 5° 40′, correspondant au sinus d'incidence 1000, jusqu'à 40° 57′, correspondant au sinus 9000, qu'ils diminuoient ensuite de telle sorte qu'au sinus de 10000 égal au rayon, correspond un angle de 13° 40′. Connoissant, par ces premiers essais de calcul, que les rayons sortans qui sont les moins divergens entre eux, correspondoient à un angle d'incidence compris entre ceux dont les sinus sont 9000 et 10000, il est parvenu, d'après les mêmes essais, aux angles de 42° et de 51° que les rayons rouges efficaces font avec les rayons solaires dans le premier et le second arc-en-ciel. Cette méthode est très-ingénieuse, et n'auroit rien laissé à desirer, si à cette époque on eût connu le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction pour les rayons violets, comme on le connoissoit pour les rayons rouges; Descartes le supposoit pour ces derniers rayons égal à $\frac{250}{1817}$; qui diffère peu de celui de 4 à 3.

L'angle des rayons efficaces avec les rayons solaires étoit évidemment, d'après les calculs numériques précédens, un *maximum*. Newton a déterminé cet angle d'après les méthodes d'analyse déja connues de son tems, et il a completté la théorie de l'arc-en-ciel, en démontrant la différence de réfrangibilité des rayons colorés. Son optique a paru en 1704; d'où il résulte qu'en s'approchant toujours de plus en plus de la vérité, on s'est occupé environ cent ans de l'arc-en-ciel avant qu'on ait trouvé une explication juste et complette de ce phénomène.

GEOMETRIE ANALYTIQUE.

Démonstration d'un théorème sur la pyramide triangulaire; par M. Hachette.

M. Carnot a donné, dans sa Géométrie de position, n°. 262, un très-beau théorème dont voici l'énoncé :

Nommant M, N, P, Q, les aires des faces d'une pyramide triangulaire et de sa base, m, n, p les angles dièdres opposés aux faces M, N, P, on a, entre ces sept quantités, la relation suivante

$$Q^2 = M^2 + N^2 + P^2 - 2MN\cos p - 2NP\cos m - 2PM\cos n \quad (A).$$

Pour le démontrer, soient m', n', p' les angles des faces M, N, P qui ont pour sommet commun le sommet de la pyramide; M', N', P' les côtés de la base de la pyramide opposés à ces angles; p'', n'', m'' les longueurs des arêtes de la pyramide qui, prises deux à deux dans l'ordre suivant (p'', n''), (m'', p''), (n'', m''), comprennent entre elles les faces M, N, P.

Les théorêmes de la géométrie élémentaire et de la trigonométrie rectiligne donnent les équations suivantes

$$M'^2 = n''^2 + p''^2 - 2n''p''\cos m' \quad (1)$$
$$N'^2 = m''^2 + p''^2 - 2m''p''\cos n' \quad (2)$$
$$P'^2 = m''^2 + p''^2 - 2m''p''\cos p' \quad (3)$$
$$M = \tfrac{1}{2} n''p'' \sin m' \quad (4)$$
$$N = \tfrac{1}{2} p''m'' \sin n' \quad (5)$$
$$P = \tfrac{1}{2} m''n'' \sin p' \quad (6)$$

Par les formules de la trigonométrie sphérique (*Voy.* pag. 275 de cette Correspondance), on a

$$\cos m' - \cos n' \cos p' = \sin n' \sin p' \cos m \quad (7)$$
$$\cos n' - \cos p' \cos m' = \sin p' \sin m' \cos n \quad (8)$$
$$\cos p' - \cos m' \cos n' = \sin m' \sin n' \cos p \quad (9)$$

Enfin la formule au moyen de laquelle on détermine l'aire d'un triangle au moyen de ses trois côtés, donne l'équation suivante

$$Q^2 = \frac{1}{16}\left\{2M'^2N'^2 + 2N'^2P'^2 + 2P'^2M'^2 - M'^4 - N'^4 - P'^4\right) \quad (B).$$

Au moyen des neuf équations cotées de 1 à 9, on tirera les valeurs des neuf quantités M', N', P', m', n', p', m'', n'', p''; on les substituera dans l'équation (B), qui deviendra l'équation (A). D'abord quarrant les équations (1), (2), (3), on a

$$M'^4 = n''^4 + 2\,n''^2p''^2 + p''^4 - 4\,n''^3p''\cos m'$$
$$- 4\,n''p''^3\cos m' + 4\,n''^2p''^2\cos m'^2.$$

$$N'^4 = p''^4 + 2\,m''^2p''^2 + m''^4 - 4\,m''p''^3\cos n'$$
$$- 4\,m''^3p''\cos n' + 4\,m''^2p''^2\cos n'^2.$$

$$P'^4 = m''^4 + 2\,m''^2n''^2 + n''^4 - 4\,m''^3n''\cos p'$$
$$- 4\,m''n''^3\cos p' + 4\,m''^2n''^2\cos p'^2.$$

Multipliant ces mêmes équations deux à deux, les produits deviennent

$$M'^2N'^2 = m''^2n''^2 + n''^2p''^2 + p''^2m''^2 + p''^4$$
$$- 2\cos m'(m''^2n''p'' + n''p''^3) - 2\cos n'(m''n''^2p'' + m''p''^3)$$
$$+ 4\,m''n''p''^2\cos m'\cos n'.$$

$$N'^2P'^2 = n''^2p''^2 + p''^2m''^2 + m''^2n''^2 + m''^4$$
$$- 2\cos n'(n''^2p''m'' + p''m''^3) - 2\cos p'(n''p''^2m'' + n''m''^3)$$
$$+ 4\,n''p''m''^2\cos n'\cos p'.$$

$$P'^2M'^2 = p''^2m''^2 + m''^2n''^2 + n''^2p''^2 + n''^4$$
$$- 2\cos p'(p''^2m''n'' + m''n''^3) - 2\cos m'(p''m''^2n'' + p''n''^3)$$
$$+ 4\,p''m''n''^2\cos p'\cos m'.$$

Substituant dans l'équation (B), et observant qu'au lieu des trois quantités $1 - \cos m'^2$, $1 - \cos n'^2$, $1 - \cos p'^2$, on peut mettre les trois suivantes : $\sin m'^2$, $\sin n'^2$, $\sin p'^2$, on a, réduction faite

$$16\,Q^2 = 4\,n''^2p''^2\sin m'^2 + 4\,m''^2p''^2\sin n'^2 + 4\,m''^2n''^2\sin p'^2$$
$$- 8m''n''p''\{m''(\cos m' - \cos n'\cos p') + n''(\cos n' - \cos m'\cos p')$$
$$+ p''(\cos p' - \cos m'\cos n')\}$$

Par les équations (7), (8), (9), cette dernière devient

$$16\,Q^2 = 4\,n''^2p''^2\sin m'^2 + 4\,m''^2p''^2\sin n'^2 + 4\,m''^2n''^2\sin p'^2$$
$$- 8\,m''n''p''\{m''\sin n'\sin p'\cos m + n''\sin p'\sin m'\cos n$$
$$+ p''\sin m'\sin n'\cos p\}.$$

divisant par 16, et effectuant les multiplications, on a

$$Q^2 = \frac{1}{4}\,n''^2p''^2\sin m'^2 + \frac{1}{4}\,m''^2p''^2\sin n'^2 + \frac{1}{4}\,m''^2n''^2\sin p'^2$$
$$- \frac{2}{4}\,m''^2n''p''\sin n'\sin p'\cos m - \frac{2}{4}\,m''n''^2p''\sin p'\sin m'\cos n$$
$$- \frac{2}{4}\,m''n''p''^2\sin m'\sin n'\cos p;$$

mais les équations (4), (5), (6) donnent

$$M^2 = \frac{1}{4}\,n''^2p''^2\sin m'^2, \quad N^2 = \frac{1}{4}\,p''^2m''^2\sin n'^2,$$
$$P^2 = \frac{1}{4}\,m''^2n''^2\sin p'^2,$$

$$NP = \frac{1}{4}\,m''^2n''p''\sin n'\sin p'$$
$$PM = \frac{1}{4}\,m''n''^2p''\sin p'\sin m'$$
$$MN = \frac{1}{4}\,m''n''p''^2\sin m'\sin n'.$$

Remettant les expressions dans la valeur de Q^2, on a

$$Q^2 = M^2 + N^2 + P^2 - 2\,NP\cos m - 2\,PM\cos n - 2\,MN\cos p, \quad (A)$$

suivant l'énoncé du théorème de M. Carnot.

M. Ensheim (de Metz) a déduit de ce théorème les équations, d'où dépend la solution du problème : « Diviser une pyramide triangulaire en deux volumes équivalens, par un plan tel que la section de la pyramide soit un *minimum*, » comme on peut le voir dans le cahier précédent, pag. 349. M. François, qui s'est occupé du même problème a reconnu, par le calcul de M. Ensheim, qu'il s'étoit trompé, en supposant que le plan qui contient la section

minimum retranche de la pyramide donnée une pyramide qui a ses arêtes de même longueur, et en concluant qu'elle est inscriptible à la sphère, dont le centre est au sommet de cette pyramide; M. Billy avoit reconnu l'inexactitude de cette conclusion pour plusieurs cas particuliers, entre autres pour celui où les deux angles dièdres de la pyramide proposée sont droits, et le troisième quelconque. Voici le calcul de ce géomètre pour ce dernier cas.

Nommant s, s', s'' les aires des trois faces de la pyramide proposée, on a l'équation $s^2 = s'^2 + s''^2 + s'''^2 - 2s's''\cos A$, l'angle A étant compris entre les faces dont les aires sont s' et s''.

De cette équation on tire celle-ci

$$s^2 = \frac{1}{4}(s'-s'')^2 \times (3+\cos A) + \left(s''' - \frac{(s'+s'')\sqrt{1-\cos A}}{2}\right)^2$$
$$+ s's'' + s''s''' + s's''\sqrt{1-\cos A},$$

expression qui devient un *minimum* quand $s' = s''$, et ....
$s''' = \frac{(s'+s'')}{2}\sqrt{1-\cos A}$, parce que dans cette supposition, les deux premiers termes qui dans tout autre cas sont positifs, s'évanouissent, et les trois derniers termes, dont le produit est constant, deviennent égaux, circonstance qui rend leur somme un *minimum* : or M. Billy ajoute que les arêtes de la pyramide correspondant à ce *minimum* sont dans le rapport des nombres 1, 1, $\cos\frac{1}{2}A \times \sqrt{2}$, et par conséquent d'inégales longueurs.

Lettre de M. François, capitaine du génie, à M. Hachette.

Strasbourg, 10 avril 1808.

J'ai l'honneur de vous adresser une correction pour la partie fautive de ma solution de votre problême. Tout ce qui vient après les équations (d), pag. 348, doit être remplacé par ce qui suit.

Supposons maintenant le plan coupant mené ; le volume de la nouvelle pyramide sera

$$V' = \frac{\varrho'^3 F}{6A'B'C'} = \frac{\varrho'^3 \sin(x,yz)\sin(y,z)}{6\cos(\varrho',x)\cos(\varrho',y)\cos(\varrho',z)}$$
$$= \frac{\varrho'^3 \sin(y,xz)\sin(y,z)}{6\cos(\varrho',x)\cos(\varrho',y)\cos(\varrho',z)} = \frac{\varrho'^3 \sin(z,xy)\sin(x,y)}{6\cos(\varrho',x)\cos(\varrho',y)\cos(\varrho',z)}. \quad (e)$$

La perpendiculaire ϱ', combinée avec les trois arêtes x, y, z, partagera cette pyramide en trois autres; en représentant leurs volumes par v, v', v'', on aura pour leurs valeurs

$$v = \frac{\varrho'^3 \sin(\varrho',yz)\sin(y,z)}{6\cos(\varrho',y)\cos(\varrho',z)}, \quad v' = \frac{\varrho'^3 \sin(\varrho',x,z)\sin(x,z)}{6\cos(\varrho',x)\cos(\varrho',z)},$$
$$v'' = \frac{\varrho'^3 \sin(\varrho',xy)\sin(x,y)}{6\cos(\varrho',x)\cos(\varrho',y)}; \quad (f)$$

En divisant ces équations par leurs correspondantes (c), on obtient pour seconds membres les équations (d), qui prennent ainsi la forme suivante

$$\frac{v}{V'} = \frac{1}{3}, \quad \frac{v'}{V'} = \frac{1}{3}, \quad \frac{v''}{V'} = \frac{1}{3}. \quad (g)$$

Il suit de là que la perpendiculaire ϱ' partage la pyramide cherchée en trois autres pyramides équivalentes en volume ; or, ces trois pyramides ayant même hauteur, il s'ensuit que leurs bases sont équivalentes en surface : le pied de la perpendiculaire δ' tombe donc au centre de gravité de la base totale. Ainsi il faut que le plan de cette base soit placé de manière que la perpendiculaire, abaissée du sommet opposé, tombe sur son centre de gravité.

La droite ϱ' divisant l'angle solide, formé par les plans coordonnés, en trois parties égales, la construction de notre problême dépend de la trisection d'un angle trièdre : ainsi il ne faudra pas nous attendre à une construction plus simple que celle de la trisection d'un angle plan. Nous allons en indiquer une que nous déduirons de notre analyse.

En substituant dans les équations (c) pour A', B', C', leurs valeurs (18, *p.* 341), et pour a', b', c' leurs valeurs $\frac{x}{\varrho'}$, $\frac{y}{\varrho'}$, $\frac{z}{\varrho'}$, elles deviennent

$$x\{x+y\cos(x,y)+z\cos(x,z)\} = y\{y+z\cos(y,z)+x\cos(x,y)\}$$
$$= z\{z+x\cos(x,z)+y\cos(y,z)\} = \tfrac{1}{3}\varrho'^2; \quad (h)$$

d'où l'on déduit

$$\left.\begin{aligned} x^2 + xz\cos(x,z) &= y^2 + yz\cos(y,z), \\ x^2 + xy\cos(x,y) &= z^2 + yz\cos(y,z). \end{aligned}\right\} \quad (i)$$

Ces deux équations sont celles de deux surfaces coniques du second degré, ayant leurs centres à l'origine, et dont l'intersection

donne la direction de la droite ρ'. Ces deux cônes pouvant se couper généralement selon quatre droites, fournissent quatre solutions pour les quatre angles trièdres formés par les trois plans coordonnés. Toutes ces droites passant par l'origine, il suffit d'avoir pour chacune un second point pour les déterminer : à cet effet, coupons les deux surfaces (i) par un même plan, et nous aurons deux courbes du second degré, dont les intersections fourniront les points demandés. Prenons par exemple pour plan coupant celui $x = m$ parallèle au plan des $y\ z$, et nous obtiendrons les deux paraboles.

$$\left.\begin{aligned} y^2 + yz \cos(y, z) &= my \cos(x, y) + m^2. \\ z^2 + yz \cos(y, z) &= mz \cos(x, z) + m^2. \end{aligned}\right\} \quad (l)$$

dont les intersections détermineront les quatre points demandés. Les deux équations (l), comme on sait, ne sont pas indispensables pour déterminer ces points : deux combinaisons quelconques de ces équations peuvent les remplacer. Ainsi, en prenant leur somme et leur différence, on a, pour obtenir le même but les équations

$$y^2 + 2yz \cos(y, z) + z^2 = m\left\{y \cos(x, y) + z \cos(x\ z)\right\} + 2m^2,$$
$$z^2 - y^2 = m\left\{y \cos(x, y) - z \cos(x, z)\right\}, \qquad (m)$$

dont la première est celle d'une ellipse, et la seconde celle d'une hyperbole.

Lorsque deux des angles (x, y), $(x\ z,)$ $(y, z,)$ sont égaux, cette construction devient beaucoup plus simple. En supposant par exemple les deux derniers de ces angles égaux, la première des équations (i) devient

$$(x - y)\left\{x + y + z \cos(y, z)\right\} = 0,$$

qui équivaut aux deux suivantes

$$x - y = 0, \quad x + y + z \cos(y, z) = 0, \qquad (n)$$

la construction se réduit donc, dans ce cas, à l'intersection du cône, représenté par la seconde des équations (i), avec les deux plans (n).

Enfin, lorsque tous les trois angles susdits sont égaux, la seconde des équations (i) devient

$$(x - z)\left\{x + z + y \cos(y, z)\right\} = 0,$$

et représente les deux plans suivans

$$x - z = 0, \quad x + z + y \cos(y, z) = 0, \qquad (o)$$

dont les intersections avec les plans (n) fournissent les quatre droites demandées.

On voit donc que, dans tous les cas, le problême fournit toujours quatre solutions, correspondantes aux quatre angles trièdres formés par les plans coordonnés.

En éliminant entre les deux équations (i) on obtient

$$y^4 \sin^2(x, y) + y^3 z \cos(x, y)\left\{\cos(x, z) - \cos(x, y)\cos(y, z)\right\}$$
$$- 2y^2z^2\left\{1 - \cos(x, y)\cos(x, z)\cos(y, z)\right\}$$
$$+ yz^3 \cos(x, z)\left\{\cos(x, y) - \cos(x, z)\cos(y, z)\right\} + z^4 \sin^2(x, z) = 0,$$

équation qui est identique avec l'équation (5) de M. Ensheim, (p. 351). Mais notre solution a l'avantage de donner une construction assez simple, et de faire voir ce que signifie cette équation du 4e. degré, et pourquoi on l'obtient.

Connoissant de cette manière la direction de la droite ρ', on connoîtra aussi les angles qu'elle fait avec les axes des coordonnées, et par conséquent les quantités A', B', C' : l'équation $\rho'^3 = \dfrac{3\,V}{F} A'B'C'$ donnera donc la longueur de cette droite.

En lui menant, par son extrémité, un plan perpendiculaire, ce plan retranchera de l'angle trièdre, formé par les plans coordonnés, une pyramide qui fournit la solution du problême.

On auroit pu parvenir aux équations (h) ou (i) par les considérations suivantes : en cherchant tous les plans qui retranchent de l'angle trièdre des volumes égaux V', on trouve que ces plans sont tous tangens à l'hyperboloïde cubique $xyz = \dfrac{2\,V'}{9\,F}$. Or parmi tous ces plans tangens, c'est celui dont la normale passe par l'origine qui résout notre problême. En exprimant cette condition, on trouve exactement les équations susdites.

Les raisonnemens que nous venons de faire, en prenant pour origine des coordonnées le sommet d'un des angles trièdres de la pyramide proposée, pourroient se faire aussi en prenant pour origine l'un quelconque des trois autres sommets. Le problême est donc généralement susceptible de quatre *minima* relatifs ; mais on obtiendra le *minimum* absolu, en prenant pour origine le sommet du plus petit angle trièdre, parce que dans ce cas la droite ρ' devient un *maximum* absolu, comme il est aisé de s'en convaincre par notre analyse.

Des arêtes de rebroussement des surfaces, enveloppes de l'espace parcouru par une surface mobile du second dégré.

Par M. LIVET, *répétiteur à l'Ecole impériale Polytechnique.*

En représentant par α et φ, les coordonnées courantes d'une courbe plane située dans le plan des xy; l'équation de l'ellipsoïde dont le centre parcourt cette courbe, sera de la forme

$$M(x-\alpha)^2+N(y-\varphi)^2+Pz^2=1.$$

Désignant ensuite par φ', φ'' les coefficiens différentiels $\frac{d\varphi}{d\alpha}$, $\frac{d^2\varphi}{d\alpha^2}$, on aura, pour l'arête de rebroussement, les équations suivantes

$$\begin{aligned} M(x-\alpha)^2+N(y-\varphi)^2+Pz^2&=1\\ M(x-\alpha)+N(y-\varphi)\varphi'&=0\\ -M-N\varphi'^2+N(y-\varphi)\varphi''&=0. \end{aligned}$$

L'élimination de α entre ces trois équations conduira à deux équations en x, y, z, appartenant à l'arête de rebroussement.

De ces trois équations, on en conclut facilement celles-ci

$$y-\varphi=\frac{M+N\varphi'^2}{N\varphi''}$$

$$x-\alpha=\frac{(M+N\varphi'^2)\varphi'}{M\varphi''}$$

$$Pz^2=\frac{MN\varphi''^2-(M+N\varphi'^2)^3}{MN\varphi''}.$$

Quand la surface est de révolution, on a $M=N$; ce qui donne $Pz^2=1-8\,am\varphi$, et $y=-\varphi$.

L'élimination de φ nous donnera l'équation $Pz^2=1+8\,amy$.

Ce qui prouve que la projection sur le plan des yz de l'arête de rebroussement, est une parabole ordinaire.

Nous allons passer maintenant à la considération de cette arête de rebroussement, indépendamment de la nature de la courbe directrice.

En désignant par $2a$, $2b$, $2c$ les trois axes d'un ellipsoïde, on a pour l'équation de cette surface (*Mémoire de MM. Monge et Hachette*).

$$a^2b^2z^2+a^2c^2y^2+b^2c^2x^2=a^2b^2c^2.$$

Cette surface devant se mouvoir sans tourner sur elle-même, il s'ensuit que, si on mène par un point quelconque de l'enveloppée considérée dans sa position primitive, un plan tangent, ce plan devra avoir dans une nouvelle position de l'enveloppée, une situation parallèle à la première, le point de contact conservant d'ailleurs sa hauteur au-dessus du plan des xy. En désignant donc par x, y, z les coordonnées d'un point de la surface dans sa première situation, et par x', y', z' celles du point correspondant dans une nouvelle position, et par p, q les coefficiens différentiels $\frac{dz}{dx}$, $\frac{dz}{dy}$, on exprimera algébriquement que la surface ne tourne pas sur elle-même par les équations suivantes.

$$z=z',\quad p=\frac{dz'}{dx'},\quad q=\frac{dz'}{dy'};$$

mais de l'équation de la surface mobile, on tire

$$\frac{dz'}{dx'}=-\frac{c^2x'}{a^2z'},\quad \frac{dz'}{dy'}=-\frac{c^2y'}{b^2z'};$$

On aura donc

$$p=-\frac{c^2x'}{a^2z},\quad q=-\frac{c^2y'}{b^2z}$$

d'où

$$x'=-\frac{a^2pz}{c^2},\quad y'=-\frac{b^2qz}{c^2}.$$

Substituant, pour ces coordonnées, leurs valeurs dans l'équation de l'enveloppée, on aura

$$z^2(c^2+a^2p^2+b^2q^2)=c^4$$

qui est l'équation aux différences partielles du premier ordre de la surface enveloppe; mais avant de la traiter, nous allons y parvenir par une autre considération.

L'équation de la surface mobile étant

$$a^2b^2z^2+a^2c^2(y-\varphi)^2+b^2c^2(x-\alpha)^2=a^2b^2c^2,$$

on obtient par la différentiation

$$\left.\begin{array}{l} c^2(x-\alpha)+a^2zp=0 \\ c^2(y-\phi)+b^2zq=0 \end{array}\right\} \text{ d'où } \left\{\begin{array}{l} x-\alpha=-\dfrac{a^2zp}{c^2} \\ y-\phi=-\dfrac{b^2zq}{c^2} \end{array}\right.$$

En substituant les valeurs de $x-\alpha$, $y-\varphi$ dans l'équation de la surface mobile, on aura

$$a^2z^2p^2+b^2z^2q^2+c^2z^2=c^4$$

ou

$$z^2(c^2+a^2p^2+b^2q^2)=c^4.$$

Cela posé, déterminons l'équation de l'arête de rebroussement, que nous déduirons au moyen de la caractéristique. Or en représentant par $F(p,q)=0$ l'équation aux différences partielles d'une enveloppe quelconque, en la différentiant par rapport aux quantités p et q seulement, on obtient une équation de la forme $Pdp+Qdq=0$, et on sait que l'équation de la caractéristique est $Pdy-Qdx=0$.

Dans l'enveloppe que nous considérons nous avons

$$P=a^2p\ldots\ldots Q=b^2q.$$

L'équation $Pdy-Qdx=0$ deviendra donc dans le cas actuel

$$a^2pdy-b^2qdx=0.$$

Eliminant les quantités p et q entre les trois équations

$$z^2(c^2+a^2p^2+b^2q^2)=c^4$$
$$a^2pdy-b^2qdx=0$$
$$dz=pdx+qdy,$$

on aura une équation aux différentielles ordinaires appartenant à l'arête de rebroussement.

Les deux dernières donnent facilement

$$p=\frac{a^2dydz}{b^2dx^2+a^2dy^2}$$
$$q=\frac{b^2dxdz}{b^2dx^2+a^2dy^2}.$$

En substituant ces valeurs dans la première équation, on aura, réduction faite,

$$z^2(b^2c^2dx^2+a^2c^2dy^2+a^2b^2dz^2)=c^2(b^2c^2dx^2+a^2c^2dy^2).$$

Cette arête de rebroussement est susceptible d'une construction simple. Supposons d'abord la surface de révolution autour de l'axe des z, on aura alors $a=b$, ce qui réduira l'équation ci-dessus à

$$z^2(a^2dz^2+c^2(dx^2+dy^2))=c^4(dx^2+dy^2).$$

Nous allons faire voir que cette équation appartient à la courbe méridienne recourbée sur une surface cylindrique verticale à base quelconque. En effet, l'équation de la courbe méridienne est

$$c^2x^2+a^2z^2=a^2c^2.$$

En recourbant l'axe des x sur une courbe quelconque tracée dans le plan horisontal, une abscisse x comprendra un certain axe s sur cette courbe, et entre les quantités z et s, on aura encore la relation

$$c^2s^2+a^2z^2=a^2c^2;$$

d'où

$$c^2sds=-a^2zdz,$$

éliminant s et ds, on aura

$$c^2\times\frac{a}{c}\sqrt{c^2-z^2}\times\sqrt{dx^2+dy^2}=-a^2zdz,$$

ou

$$c\sqrt{c^2-z^2}\times\sqrt{dx^2+dy^2}=-azdz.$$

Carrant, on aura,

$$c^2(dx^2+dy^2)(c^2-z^2)=a^2z^2dz^2;$$

d'où enfin

$$z^2(a^2dz^2+c^2(dx^2+dy^2))=c^4(dx^2+dy^2).$$

Il est donc prouvé par ce calcul, que dans le cas de la surface ellipsoïde de révolution, l'arête de rebroussement relative à l'enveloppe n'est autre chose que la courbe méridienne recourbée sur une surface cylindrique verticale à base quelconque.

De l'équation

$$z^2(a^2dz^2+c^2(dx^2+dy^2))=c^4(dx^2+dy^2),$$

on peut retourner facilement à l'équation plus générale

$$z^2(a^2b^2dz^2 + b^2c^2dx^2 + a^2c^2dy^2) = c^2(b^2c^2dx^2 + a^2c^2dy^2).$$

Il suffira, dans la première, de substituer pour y l'expression $\frac{a}{b}y'$, ce qui fournit, dans le cas de l'ellipsoïde quelconque, une construction très-simple de l'arête de rebroussement dont voici l'énoncé.

Recourbez sur une surface cylindrique verticale à base quelconque l'ellipse intersection de l'enveloppée par le plan des xz; concevez ensuite par la courbe à double courbure qui résulte de cette opération, une surface cylindrique horisontale perpendiculaire au plan des xz; concevez ensuite une courbe dans le plan horisontal dont les ordonnées y' soient aux ordonnées correspondantes de la courbe qui sert de base à la surface cylindrique verticale dans le rapport constant de b à a; cette courbe ainsi construite sera la base d'une surface cylindrique verticale contenant l'arête de rebroussement : en sorte que cette ligne sera celle d'intersection de cette surface cylindrique verticale avec la surface cylindrique horisontale. Il est encore à remarquer que si dans l'équation

$$z^2(a^2b^2dz^2 + a^2c^2dy^2 + b^2c^2dx^2) = c^2(b^2c^2dx^2 + a^2c^2ay^2),$$

on suppose $z = \frac{a}{c}z'$ et $y = \frac{b}{c}y'$, on la réduira à

$$z^2(dz^2 + dy^2 + dx^2) = a^2(dx^2 + dy^2),$$

qui correspond à un cercle de rayon a recourbé sur une surface cylindrique à base quelconque. Prenons maintenant pour enveloppée l'hyperboloïde à une nappe dont l'équation est

$$b^2c^2x^2 + a^2c^2y^2 - a^2b^2z^2 = a^2b^2c^2,$$

on aura pour équation aux différences partielles de l'enveloppe

$$z^2(a^2p^2 + b^2q^2 - c^2) = c^4,$$

et pour l'arête de rebroussement

$$z^2(a^2b^2dz^2 - b^2c^2dx^2 - a^2c^2dy^2) = c^2(b^2c^2dx^2 + a^2c^2dy^2);$$

dans le cas où les axes a et b sont égaux, on obtient

$$z^2(a^2dz^2 - c^2(dx^2 + dy^2)) = c^4(dx^2 + dy^2).$$

Il seroit facile de vérifier que l'arête de rebroussement est dans ce cas-ci l'hyperbole méridienne recourbée sur une surface cylindrique à base quelconque.

Je n'en dirai pas plus sur l'hyperboloïde, pour passer au paraboloïde dont l'équation est

$$mz^2 + m'y^2 - 4mm'x = 0.$$

En supposant que le sommet de ce paraboloïde se mène sur une courbe tracée sur le plan des yz, on trouve que l'enveloppe a pour équation

$$p^2x - mq^2 = m',$$

et l'arête de rebroussement

$$mxdz^2 = m'(mdx^2 - xdy^2).$$

Lorsque le paraboloïde est de révolution, on a $m = m'$, ce qui réduit l'équation ci-dessus à

$$x(dz^2 + dy^2) = mdx^2.$$

Elle correspond encore à la parabole méridienne recourbée sur une surface cylindrique à base quelconque.

Démonstration analytique de la seconde propriété de la projection stéréographique, énoncée pag. 76 de cette Correspondance, par M. Puissant, *professeur de mathématiques à l'École militaire.*

Théorême.

« Dans la projection stéréographique de Ptolémée, deux sec-
« tions quelconques se coupent toujours sous le même angle que
« leurs projections. »

M. *Hachette* a donné par la géométrie, dans le n°. précédent, une démonstration simple et élégante de cette propriété. M. Delambre, dans un mémoire très-interessant qu'il a publié sur la projection stéréographique, (*Mém. de Mathém, de l'Institut,* tome V, page 393) a démontré cette même propriété par une analyse trigonométrique fondée sur les principes du tracé de cette projection. Voici une méthode analytique qui est propre à faire connoître en général le rapport entre l'angle et sa projection, de deux cercles qui se rencontrent sur la sphère.

Sur une surface courbe quelconque, l'angle formé par deux courbes planes qui se coupent, se mesure par l'angle que forment les deux tangentes menées à chacune de ces courbes au point de leur commune section. Relativement à la sphère, on peut toujours mener un plan par son centre et par l'une des tangentes dont il s'agit : alors la section circulaire qui en résulte a pour tangente celle que contient ce plan, et la perspective de cette section est touchée par la perspective de sa tangente.

Cela posé, prenons pour plan des $x\,z$ celui qui passe par le centre de la sphère, et par le point d'intersection des deux tangentes à sa surface, et plaçons à ce centre l'origine des coordonnées rectangulaires.

Les équations des plans passant par les deux tangentes à la surface de la sphère seront

$$\left.\begin{array}{l} z = Ax + By \\ z = Ax + B'y \end{array}\right\} \qquad (1)$$

et l'on aura respectivement pour les équations des projections stéréographiques des courbes circulaires résultantes des sections de ces plans,

$$\left.\begin{array}{l} x^2 + y^2 + 2Ax + 2By = 1 \\ x^2 + y^2 + 2Ax + 2B'y = 1 \end{array}\right\} \qquad (2)$$

le rayon de la sphère étant pris pour unité. (*Voyez* la page 104, ligne 9 de mon *Traité de Topographie*, ou le n°. 4, pag. 80 de cette *Correspondance*.

Si par le point où se coupent ces deux projections, on mène une tangente à chacune, l'angle de ces tangentes sera la perspective de l'angle des tangentes à la sphère ; ainsi, désignant par θ et θ' les angles que les premières tangentes font avec l'axe des x, on trouvera, en différentiant les équations (2) qui ont lieu en même tems,

que la première donne $\quad \text{tang}\,\theta = \dfrac{dy}{dx} = \dfrac{-(x+A)}{y+B}$,

et que la seconde donne $\quad \text{tang}\,\theta' = \dfrac{dy}{dx} = \dfrac{-(x+A)}{y+B'}$.

Ces rapports se réduisent nécessairement à ceux-ci ;

$$\text{tang}\,\theta = \frac{-\sqrt{1+A^2}}{B}, \quad \text{tang}\,\theta' = \frac{-\sqrt{1+A^2}}{B'} ;$$

car si l'on soustrait l'une de l'autre les équations, (2) on en obtiendra une nouvelle qui ne pourra être satisfaite, à moins que y ne soit nulle. On a donc $y = 0$ et $x = -A \pm \sqrt{1+A^2}$.

Maintenant l'on sait qu'en général

$$\text{tang}\,(\theta - \theta') = \frac{\text{tang}\,\theta - \text{tang}\,\theta'}{1 + \text{tang}\,\theta\,\text{tang}\,\theta'} ;$$

ainsi pour le cas actuel

$$\text{tang}\,(\theta - \theta') = \frac{(B - B')\sqrt{1+A^2}}{A^2 + BB' + 1}.$$

Telle est l'expression de la tangente de la projection de l'angle cherché ; mais cet angle est aussi celui des deux plans (1), puisqu'ils font un angle V, dont le cosinus est

$$\cos V = \frac{A^2 + BB' + 1}{\sqrt{A^2 + B^2 + 1}\sqrt{A^2 + B'^2 + 1}},$$

$$\text{ou dont tang}\,V = \frac{(B - B')\sqrt{1+A^2}}{A^2 + BB' + 1}.$$

donc, dans la projection stéréographique de Ptolémée, la perspective de l'angle de deux cercles quelconques ne diffère point de l'angle lui-même.

Le calcul précédent aurait été plus simple, si nous eussions supposé une des tangentes dans le plan des $x\,z$; mais nous avons voulu traiter la question dans toute sa généralité.

Nous observerons qu'en appliquant la même méthode aux projections centrale et orthographique des cercles de la sphère, (Voyez le *Traité de Topographie* cité) on parviendroit à ces deux résultats ; savoir :

Que dans la *Projection centrale*, la tangente de l'angle de deux méridiens, dont l'un est le principal, est à la tangente de sa projection, comme le rayon des tables est au sinus de la hauteur du pôle.

Que dans la *Projection orthographique*, les tangentes de ces

deux angles sont précisément dans un rapport inverse du précédent.

N. B. La première proportion démontrée d'une manière très-différente dans tous les traités de Gnomonique, y est énoncée ainsi : pour le cadran horisontal, la tangente de la distance angulaire du soleil au méridien, est à la tangente de l'angle que fait la ligne horaire avec la méridienne, comme le sinus total est à la latitude du lieu.

QUESTIONS *de Minimis*, *par* M. PUISSANT.

L'application de la méthode des *maximis* et *minimis*, insérée dans la *Théorie des Fonctions Analytiques*, page 191, est relative à ce problème : *déterminer la plus courte distance entre deux droites données dans l'espace*. Le célèbre auteur de cet immortel ouvrage donne bien les deux équations qui servent à déterminer les deux inconnues renfermées dans l'expression de la plus courte distance cherchée, mais il n'en conclut pas la propriété dont jouit cette ligne, c'est d'être à la fois perpendiculaire aux deux droites données. Cette propriété étant le fondement de la solution géométrique du problème actuel, je vais la déduire très-simplement de l'analyse même employée par M. Lagrange.

Soient
$$\left.\begin{array}{ll} x = az + \alpha & x' = a'z' + \alpha' \\ y = bz + \beta & y' = b'z' + \beta' \end{array}\right\} \qquad (1)$$

les équations des projections verticales des deux droites données; la distance entre les deux points $x\,y\,z$, $x'\,y'\,z'$ aura pour expression

$$u = \sqrt{(\alpha - \alpha' + az - a'z')^2 + (\beta - \beta' + bz - b'z')^2 + (z - z')^2} \qquad (2)$$

Cette quantité devant être un *minimum*, il faut que ses différentielles prises successivement par rapport à z et z' soient nulles : ainsi on aura pour déterminer ces deux ordonnées verticales, les équations

$$\frac{du}{dz} = (z - z') + a\,(\alpha - \alpha' + az - a'z') + b\,(\beta - \beta' + bz - b'z') = 0 \qquad (3)$$

$$\frac{du}{dz'} = (z - z') + a'(\alpha - \alpha' + az - a'z') + b'(\beta - \beta' + bz - b'z') = 0 \qquad (4)$$

Il est d'abord facile de s'assurer que ces équations répondent au *minimum* demandé, car on trouverait que la condition

$$\frac{d^2u}{dz^2} \cdot \frac{d^2u}{dz'^2} - \left(\frac{d^2u}{dzdz'}\right)^2 > 0$$

est remplie; ensuite pour parvenir à la propriété énoncée, on observera que la droite *minimum* devant passer par les points $x\,y\,z$, $x'\,y'\,z$, ses équations sont de la forme

$$\left.\begin{array}{l} x - x' = a''(z - z') \\ y - y' = b''(z - z') \end{array}\right\} \qquad (5)$$

ou à cause des valeurs de x, x'; y, y' tirées des équations (1), on a

$$\left.\begin{array}{l} (\alpha - \alpha' + az - a'z') = a''(z - z') \\ (\beta - \beta' + bz - b'z') = b''(z - z') \end{array}\right\} \qquad (5')$$

de là les formules (3) et (4) se réduisent respectivement à

$$1 + aa'' + bb'' = 0, \qquad 1 + a'a'' + b'b'' = 0.$$

Ces relations expriment donc que la droite *minimum* est en même tems perpendiculaire aux deux droites données, et l'on en tire

$$a'' = \frac{b' - b}{a'b - ab'}, \qquad b'' = \frac{a - a'}{a'b - ab'}. \qquad (6)$$

maintenant si on résout les deux équat. (3) et (4) par rapport aux inconnues z, z' on obtiendra

$$z - z' = -\frac{(a'b - ab')\{(b - b')(\alpha - \alpha') - (a - a')(\beta - \beta')\}}{(a - a')^2 + (b - b')^2 + (a'b - ab')^2};$$

mais l'expression (2) devient, en vertu des formules (5) et (6),

$$u = \frac{(z - z')}{a'b - ab'}\sqrt{(-a')^2 + (b - b')^2 + (a'b - ab')^2};$$

et en y substituant pour z, z' sa valeur précédente, on a

$$u = -\frac{(b - b')(\alpha - \alpha') - (a - a')(\beta - \beta')}{\sqrt{(a - a')^2 + (b - b')^2 + (a'b - ab')^2}};$$

résultat conforme à celui auquel on parvient par des considérations

purement élémentaires. (Voyez l'*Appl. de l'alg. à la géom. des surfaces*, par MM. Monge et Hachette. Prob. IV).

Dans la question précédente, les plans coordonnés sont situés d'une manière quelconque par rapport aux droites données, mais il est des cas où telle position de ces plans, à l'égard des objets que l'on considère dans l'espace, est plus propre que toute autre pour mettre en évidence certaines propriétés de l'étendue. Supposons par exemple qu'il faille *déterminer la route la plus courte pour aller d'un point à un autre, en passant par un plan donné de position à l'égard de ces points.*

Cette proposition est susceptible d'une solution fort simple en prenant pour plan des $x\,y$ le plan donné, et pour celui des $x\,z$, le plan qui passe par les deux points donnés. En effet, dans cette hypothèse admissible, les coordonnées du point M' (fig. 1, pl. 2), sont

$$x = x',\ y = 0,\ z = z'$$

celles de l'autre point M'' sont

$$x = x'',\ y = 0,\ z = z'';$$

et en supposant pour un moment que le point N du plan $x\,y$ soit celui qui satisfait au *minimum* demandé, point dont les coordonnées sont x et y, on aura

$$M'N + M''N = \sqrt{(x-x')^2 + y^2 + z'^2} + \sqrt{(x-x'')^2 + y^2 + z''^2} = \sqrt{P} + \sqrt{P'}.$$

comme les variables x et y sont indépendantes, les différentielles successives de cette expression donneront

$$\frac{x-x'}{\sqrt{P}} + \frac{x-x''}{\sqrt{P'}} = 0$$

$$\frac{y}{\sqrt{P}} + \frac{y}{\sqrt{P'}} = 0$$

pour que cette dernière équation soit satisfaite, il faut que y soit nulle; ainsi la route la plus courte demandée est $M'N' + N'M''$, c'est-à-dire, qu'elle est toute entière dans un plan perpendiculaire au plan donné $x\,y$. Alors l'avant-dernière équation se réduit à

$$\frac{x-x'}{(x-x')^2 + z'^2} = \frac{x''-x}{\sqrt{(x''-x)^2 + z''^2}};$$

donc cos $M'N'A$ = cos $M''N'X$; donc les deux lignes $M'N'$, $N'M''$ font le même angle avec le plan $x\,y$, ou avec sa perpendiculaire $N'R$, comme on le démontre d'une autre manière en mécanique.

Note sur les surfaces du second degré, par M. Hachette.

Nous avons donné comme une propriété générale des surfaces du second degré, la double génération de ces surfaces par un cercle; nous avons démontré que pour chaque système de génération, le plan du cercle mobile est parallèle à lui-même, et que la droite, parcourue par le centre de ce cercle est un diamètre de la surface; lorsque la surface n'a pas de centre, nous avons démontré qu'elle devenoit ou un paraboloïde *elliptique* ou un paraboloïde *hyperbolique;* pour ce dernier paraboloïde, la génération par le cercle est impossible; cette observation n'a pas échappé à M. Berthot, (1) ancien élève, professeur au lycée de Dijon; ce géomètre démontre par l'analyse, qu'on ne peut pas tracer sur le paraboloïde hyperbolique, une courbe plane fermée; on peut aussi le démontrer fort simplement par la géométrie; en effet, la droite mobile qui engendre le paraboloïde, a pour directrices deux droites, et se meut en restant constamment parallèle à un plan fixe; or, étant donné un autre plan quelconque qui coupe le plan fixe suivant une droite (que j'appelle D), le plan mené par une parallèle à cette droite, et la première directrice, coupera la seconde directrice en un point, par lequel, si on mène une parallèle à la droite D, cette parallèle sera toute entière sur la surface; elle sera, de plus, parallèle au plan qu'on a supposé mené d'une manière quelconque; donc, si on considère ce dernier plan comme un plan sécant du paraboloïde, il y aura toujours une position de la génératrice de cette surface, pour laquelle le plan sécant lui sera parallèle; donc la section que renferme ce plan, ne peut jamais être une courbe fermée, puisque la génératrice et le plan qui lui est parallèle ne se coupent qu'à l'infini.

---

(1) M. Berthot a déjà formé, pour l'Ecole Polytechnique, un grand nombre d'élèves très-distingués, qui justifient la réputation dont sa maison d'éducation jouit depuis longtems.

GÉOMÉTRIE.

SUR LA SURFACE GAUCHE DU SECOND DEGRÉ.

(On appelle ainsi la surface qui a pour génératrice, une ligne droite dirigée dans son mouvement par trois droites fixes sur lesquelles elle s'appuie.)

«En admettant que l'équation de cette surface soit du second degré, il est bien évident qu'un plan passant par une génératrice considérée dans une position quelconque, et tournant sur cette droite comme axe, coupera toujours la surface suivant le système de deux droites; car en général la section plane est une courbe du second degré, et cette courbe ne peut être remplacée que par le système de deux droites; on conclut de cette proposition que la surface gauche du second degré peut être engendrée par une droite de deux manières; qu'une génératrice quelconque d'un système de génération coupe toutes les génératrices du second système; qu'il n'y a aucun point de cette surface pour lequel on ne puisse y mener deux droites, et qu'enfin le plan tangent en ce point passe par ces deux droites; j'ai fait voir comment on arrive du plan tangent de cette surface au plan tangent de la surface qui enveloppe l'espace que parcourt une droite qui s'appuie sur trois courbes quelconques; l'usage fréquent de toutes ces propositions dans les applications de la géométrie descriptive faisoit encore desirer la solution du problême que j'ai proposé dans le dernier numéro.»

«Construire avec la ligne droite et le cercle, le point d'intersection d'une droite donnée et de la surface gauche du second degré.»

On trouvera ci-après deux solutions de ce problême, ainsi qu'une solution particulière fort élégante, pour le cas où la surface gauche du second degré devient un hyperboloïde de révolution. H. C.

Solution de M. BRIANCHON, *officier d'artillerie.*

« Après avoir mené à volonté deux élémens (1) de la surface « gauche, je fais passer, par la droite donnée, un plan vertical « qui coupe la surface suivant une section conique, dont je dé-

(1) On entend ici par *élément* une droite qui correspond à une des positions de la génératrice de la surface.

« termine cinq points en cherchant l'intersection de ce plan, « d'abord avec les trois directrices connues, et ensuite avec les « deux élémens arbitraires. Cela fait, je rabats le plan vertical « avec la droite et les cinq points qu'il contient, et le problême « proposé se réduit à celui-ci :

« Déterminer rigoureusement l'intersection d'une droite donnée « (MM'), pl. 2, fig. 2., avec une courbe du second ordre dont « on connoît cinq points quelconques A, B, C, D, E. »

« Si la droite MM' passoit par l'un des cinq points donnés, on « obtiendroit sur-le-champ le second point où elle couperoit la « courbe, (8e. no. de la Correspondance, page 310, fig. 7,) et « même, dans ce cas, la question seroit si simple, qu'elle n'exige- « roit absolument d'autre opération que celle de faire passer une « ligne droite par deux points connus. »

« Menant donc par E et A des parallèles à la droite donnée, je « détermine par la construction citée, les points F, f, où ces pa- « rallèles vont rencontrer la section conique; ensuite je joins les « milieux de EF et Af pour une droite indéfinie qui coupe MM' « au point c. »

« Soit ensuite P le point de concours de la droite donnée avec « la corde BC, prolongée s'il le faut; je tire la droite indéfinie « PA sur laquelle je cherche, comme précédemment le point de « rencontre f' avec la courbe. Effectuant alors sur le quadrilatère « $ABCf'$ la construction indiquée par la figure, j'obtiens sur MM', « un troisième point O, tel qu'en prenant $cM = cM' = \sqrt{cO.cP}$, « les deux points M, M', appartiennent à la section conique. « (13e. cahier du Journal de l'École polytechnique.)

« Cette dernière partie de la solution repose sur ce que la droite « de construction qui détermine O, étant dérivée du point P, « divise chacune des cordes qui concourent en P en deux segmens « proportionnels à ceux que ce point forme sur la même corde; « en sorte que, pour MM' par exemple, on doit avoir « $OM : OM' :: PM : PM'$: de plus, par construction, EF, « MM', Af sont parallèles entre elles, et partant le point c est le « milieu de la corde MM', donc la proportion précédente peut « être mise sous cette forme :

$$cM - cO : cM + cO :: cP - cM : cP + cM,$$

et transformée ensuite en cette autre

$$2cM : 2cO :: 2cP : 2cM.$$

« Dans le cas où la droite donnée ne feroit que toucher la sec- « tion conique, les quatre points c, O, M, M' se réuniroient en « un seul qui seroit le point de contact cherché. Il pourroit encore « arriver que cette droite ne rencontrât pas la courbe, et l'on « seroit averti de cette circonstance, parce qu'alors le point c « se trouveroit placé entre les deux points O et P.

Solution de M. Petit, *élève.*

L'équation de la surface engendrée par une droite mobile qui s'appuie sur trois droites, étant du second degré ; si l'on élimine entre cette équation, et celle d'une ligne droite, on obtient évidemment une équation du second degré, dont les racines peuvent se construire avec la ligne droite et le cercle. Nous allons y parvenir par des considérations purement géométriques.

Soient pour abréger, A, B, C, les trois génératrices et X la droite donnée. Par la droite A, par exemple, je mène un plan parallèle à X, et par cette dernière, un plan parallèle à A. J'appellerai le premier plan P ; et le second P' ; le plan P coupera évidemment la surface, suivant deux génératrices ; l'une sera A ; l'autre s'obtiendra en cherchant l'intersection du plan P' avec B et C ; et réunissant les deux points d'intersection, on aura une nouvelle génératrice D, qui rencontrera A. Le plan P' coupera la même surface suivant une courbe du second degré dont nous allons déterminer la nature.

Si l'on vouloit construire cette dernière courbe par points, il faudroit chercher l'intersection de ce plan avec chacune des génératrices ; or, les deux génératrices A et D sont parallèles au plan P', la courbe a donc des branches infinies qui s'approchent continuellement des droites A et D sans les pouvoir atteindre C'est donc une hyperbole dont nous allons chercher les asymptotes. Pour obtenir ces asymptotes, il faut se rappeler, (*voyez* pag. 244 et 368 de cette Correspondance,) que devant être des tangentes à l'infini, elles toucheront la courbe en des points situés sur les génératrices A et D. Cherchons donc les plans tangens à la surface, pour les points situés à l'infini sur les droites A et D. Commençons par la droite A. Le plan tangent au genre de surfaces que nous considérons, s'obtient pour un point donné, en cherchant les deux génératrices, et en menant un plan par ces deux droites ; par conséquent, pour avoir le plan tangent au point situé à l'infini sur la droite A, il suffira de trouver une autre génératrice parallèle à A.

On obtiendra cette seconde droite en menant par B et par C, deux plans parallèles à A, qui se couperont suivant une parallèle à A, et qui déterminera avec cette dernière droite A, le plan cherché. On opérera de même pour la génératrice D ; seulement on aura soin pour cette dernière, de choisir deux nouvelles génératrices, en prenant pour directrices les trois droites A, B, C ; ayant obtenu ces deux plans tangens à l'infini, on cherchera les droites suivant lesquelles ils coupent le plan P'. Ces droites seront les asymptotes de la courbe intersection du plan P' et de la surface gauche. On pourra facilement obtenir un point de cette courbe, par l'intersection du plan P' avec une génératrice. Le problème est donc ramené au suivant : « Etant donnés les asymptotes et un « point d'une hyperbole, trouver l'intersection de cette courbe avec « une droite située dans son plan ? »

Soient AB et $A'B'$ (fig. 3.) les asymptotes et un point donné de la courbe. Soit encore XY la droite dont il faut trouver l'intersection avec l'hyperbole. Si par le centre Z on mène la droite CL, partageant l'angle des asymptotes en deux parties égales et de manière à ce qu'elle ne coupe pas l'hyperbole, on aura l'axe imaginaire de la courbe ; supposons maintenant que la courbe tourne autour de cet axe, elle engendrera un hyperboloïde ; le point M décrira un cercle qui sera en projection horisontale, le cercle dont C est le centre, et CV le rayon ; or, cette surface, comme on le sait, peut être engendrée par le mouvement d'une droite, et, de plus, parmi toutes les positions de la génératrice, il y en a une qui est en projection horisontale, parallèle à la ligne de terre, et qui en projection verticale, se confond avec une quelconque des asymptotes. Pour avoir la projection horisontale de cette génératrice particulière, il suffit d'observer que l'asymptote AB coupe le cercle décrit par le point M, au point dont les projections sont O et P. Les projections de la génératrice que je considère, sont donc AB et QPR ou $A'B'$ et PQR. Dans le même mouvement, la droite XY décrit un cône dont le sommet est en I, et dont la base est le cercle $YQRT$. Cherchons l'intersection du cône et de l'hyperboloïde. Cette intersection est composée de deux cercles qui, en projection, auront leurs centres au point C ; il suffit donc de trouver un point de chacun de ces cercles ; pour y parvenir, nous chercherons l'intersection de la génératrice que nous connaissons, avec le cône ; ce qui s'obtiendra, en menant par la génératrice et le sommet du cône, un plan dont la trace sera UT. Ce plan coupera le cône suivant les deux arêtes CT et CU, qui couperont la génératrice aux points D et E ; remettant ces points en projection sur la droite AB, puis

concevant par ces nouveaux points, des plans horisontaux qui contiendront les cercles cherchés ; ces plans couperont la droite XY aux points H et K qui seront les points cherchés.

Lorsque la surface, au lieu d'être la surface gauche générale du second degré, est un hyperboloïde de révolution, le problême est alors très-simple et se ramène aisément au problême de l'intersection d'une droite et d'une hyperbole, problême dont nous avons indiqué la solution.

En effet, soit LM (fig. 4.) la ligne de terre, AB et $A'B'$ les projections de la génératrice ; O le pied de l'axe; XY et $X'Y'$ les projections de la droite donnée, que je suppose ici ramenée parallélement au plan vertical ; ce plan coupera la surface suivant une hyperbole dont nous allons chercher les asymptotes et les axes. Il est d'abord clair que les asymptotes seront AB et son homologue CD. Pour avoir l'axe réel, il peut se présenter deux cas, ou que le point O soit plus près de $A'B'$ que de $X'Y'$, ou qu'il en soit plus éloigné ; soit d'abord $X'Y'$ plus près ; cette droite coupera le cercle de gorge en deux points C et D, qui mis en projection en P et Q, donneront PQ pour petit axe ; dans le second cas, l'axe réel doit être dans le sens de EF. Pour le trouver, on remarque que les sommets sont en projection en G ; les cercles correspondans couperont la génératrice aux points H et K en projection horisontale, H' et K' en projection verticale. Les cercles qui contiennent les sommets, seront donc en projection verticale $H'S$ et $K'T$; les sommets seront donc S et T.

Problême. Trouver l'intersection d'une droite donnée et d'un hyperboloïde de révolution, c'est-à-dire, engendré par la rotation d'une droite autour d'un axe ; par M. Duleau, *élève*.

Soit projetté horisontalement en C (fig. 5.) l'axe que nous supposons vertical ; AB, ab sont les projections de la génératrice de l'hyperboloïde, et fg, FG celles de la droite donnée.

Le point d'intersection que nous cherchons, est à la fois sur la droite donnée et sur la génératrice dans une de ses positions. Sur toutes les deux, il est à même hauteur et à même distance de l'axe ; mais par la nature de la génération de la surface, chaque point de cette génératrice a toujours la même hauteur et la même distance à l'axe ; si, de plus, nous supposons que la droite (fg, FG) tourne autour du même axe jusqu'à ce que sa projection horisontale eh soit parallèle à la ligne de terre, le point que nous cherchons sur cette droite, n'aura encore changé ni de hauteur ni de distance à l'axe.

Voici donc le problême qu'il s'agit de résoudre, étant données les deux droites (eh, EH) et (ab, AB), décrire du point C comme centre un arc de cercle KN, qui coupe AB en un point N et eh en un point K, de sorte qu'en élevant les perpendiculaires NT jusqu'à la rencontre de ab, et KV jusqu'à celle de EH, on ait $ST=UV$; alors N, T et K, V seront les projections de points à même hauteur et à même distance de l'axe sur les deux droites ; menant l'horisontale VTX jusqu'à la rencontre de fg, on aura la projection verticale du point cherché.

Supposons ce dernier problême résolu, on a par les triangles semblables TSb, QRb, $TS : Sb :: QR : Rb$; par les triangles semblables VUH, QRH on a $VU : UH :: QR : RH$: mais par hypothèse $ST=UV$. Donc on a $Sb : UH :: Rb : RH$; $Sb=NB$; $UH=Kh$, et si par les deux points (B, h), on mène Bh jusqu'à la rencontre de NK en P, on pourra remplacer le rapport de NB à Kh par celui de PB à Ph, on aura donc $PB : Ph :: Rb : RH$, ce qui nous apprend que le point P, un des points qui détermineront la droite KN, est à l'intersection de Bh et de la perpendiculaire à la ligne de terre abaissée par le point Q.

Si du point C j'abaisse une perpendiculaire CO sur PKN, elle partagera KN en deux parties égales, donc le point O est sur une droite YY', équidistante aux deux parallèles AB, eh ; comme l'angle COP est droit, il est sur une circonférence décrite sur CP comme diamètre ; je mène cette droite YY', je décris cette circonférence. Elles se coupent généralement en deux points, O et O' ; par chacun de ces points et par le point P, je mène des droites qui coupent AB aux points N et N', eh en un autre K' ; ces points sont tous deux des projections horisontales de points à même hauteur et à même distance de l'axe ; je mets un de ces points K, par exemple, en projection verticale V, je mène l'horisontale VX. X est la projection verticale d'un des points cherchés, qu'on peut mettre en projection horisontale Z.

Si la droite YY' et le cercle dont CH est le diamètre, se coupent en deux points, la droite donnée aura deux points communs avec l'hyperboloïde ; s'ils sont tangens, elle n'en aura qu'un ; s'ils n'ont aucun point commun, la droite n'en aura pas avec l'hyperboloïde.

Si par un point d'intersection de la droite avec l'hyperboloïde, nous menons une génératrice de la surface, le plan qui passera par ces deux droites lui sera tangent ; nous avons donc, par ce moyen, la solution de ce problême, « mener par une droite donnée « un plan tangent à l'hyperboloïde de révolution. »

SUR QUELQUES PROPRIÉTÉS DE LA PYRAMIDE TRIANGULAIRE ;

Par M. MONGE.

Les sommets des quatre angles d'une pyramide triangulaire quelconque étant A, B, C, D, si on les réunit trois à trois de toutes les manières possibles par des plans, on a les quatre faces

$$ABC,\ DAB,\ CDA,\ BCD;$$

si on les réunit deux à deux par des droites de toutes les manières possibles, on a les six arêtes

$$AB,\ CA,\ BC,$$
$$CD,\ BD,\ AD.$$

Une quelconque des six arêtes étant prise à volonté, et passant par deux des quatre sommets, il y en a toujours une autre qui passe par les deux autres sommets, et qui n'ayant aucun point commun avec la première, ne peut pas être comprise avec elle dans un même plan. On peut regarder ces deux arêtes comme *opposées* entre elles.

Dans la manière dont nous venons d'écrire les six arêtes, nous avons placé l'une au-dessus de l'autre celles qui sont opposées.

Si, par deux arêtes opposées quelconques, on fait passer deux plans parallèles entre eux, ces deux plans, dont la position sera déterminée, comprendront entre eux toute la pyramide; si donc on en fait autant pour les deux autres systêmes d'arêtes opposées, on aura six plans parallèles entre eux deux à deux, et qui comprendront un parallélipipède déterminé, circonscrit à la pyramide.

Des sommets des huit angles du parallélipipède circonscrit, quatre sont placés aux sommets de la pyramide, les quatre autres sont diagonalement opposés aux premiers : et les six arêtes de la pyramide sont chacune une diagonale d'une des six faces du parallélipipède circonscrit : enfin, les distances des faces parallèles du parallélipipède sont respectivement égales aux plus courtes distances des faces opposées de la pyramide.

Cela posé, *la solidité de toute pyramide triangulaire est le tiers de celle du parallelipipède circonscrit* (1).

Si les deux arêtes opposées d'un des trois systêmes sont égales

(1) On propose de donner la démonstration de ce théorême.

entre elles, les deux diagonales d'une des trois faces différentes du parallélipipède circonscrit sont de même égales entre elles ; et cette face est rectangulaire.

Si les arêtes opposées d'un second systême sont aussi égales entre elles, quoiqu'elles ne le soient pas à celles du premier, une seconde des trois faces différentes du parallélipipède circonscrit est rectangulaire.

Si les arêtes opposées des trois systêmes sont respectivement égales entre elles, le parallélipipède circonscrit est restangulaire ; les droites sur lesquelles se mesurent les trois distances des arêtes opposées, partagent toutes ces arêtes en deux parties égales, et passent toutes trois par un même point, qui est le centre commun de la pyramide et du parallélipipède circonscrit. Dans ce cas, la solidité de la pyramide est le tiers du produit des trois distances de ses arêtes opposées.

Pour le tétraèdre régulier, dont les six arrêtes sont toutes égales entre elles, le parallélipipède circonscrit est un cube. Les diagonales des carrés qui servent de faces à ce cube, sont égales aux arêtes du tétraèdre ; ainsi en nommant a la longueur commune de ces arêtes, le côté du cube, et par conséquent la distance des arêtes opposées est $\frac{a}{\sqrt{2}}$, la solidité du tétraèdre est $\frac{a^3}{2\sqrt{2}}$, ce qui se trouve dans les élémens.

Lorsqu'un parallélipipède est circonscrit à une pyramide triangulaire quelconque, chacune des arêtes de la pyramide est une des deux diagonales d'une des faces du parallélipipède. Si sur chacune de ces faces on mène les secondes diagonales, elles seront les arêtes d'une seconde pyramide qui sera aussi inscrite dans le même parallélipipède, et dont la solidité sera également le tiers de celle du parallélipipède. Ainsi une pyramide triangulaire n'a qu'un seul parallélipipède circonscrit ; mais tout parallélipipède a deux pyramides inscrites qui sont égales entre elles, et qui ne sont point semblables l'une à l'autre : on peut les regarder comme conjuguées.

De deux pyramides conjuguées, l'une étant donnée, il est facile de former l'autre ; pour cela, il n'y a qu'à mener par le milieu de chacune des six arêtes de la première, une droite parallèle à l'arête opposée, et ces six droites seront les arêtes de la seconde.

Les deux pyramides conjuguées et inscrites dans leur parallélipipède circonscrit commun, se pénètrent, et ont une partie com-

mune que nous pouvons appeler *noyau*; chacune des deux pyramides excède le noyau par chacun de ses angles, et chacune des parties excédentes est une pyramide semblable à celle dont elle fait partie; mais ses arêtes sont la moitié de celles qui leur correspondent dans la pyramide entière; donc sa solidité n'est que le 8e. de la pyramide entière. Donc la solidité de chacune des huit pyramides qui excèdent le noyau est $\frac{1}{24}$ de celle du parallélipipède circonscrit.

Si à la solidité d'une des pyramides conjuguées qui vaut $\frac{8}{24}$ on ajoute celles des quatre pyramides excédentes de l'autre, on aura $\frac{12}{24}$ pour la mesure de l'espace que les deux pyramides conjuguées occupent dans le parallélipipède. Ainsi elles occupent ensemble la moitié du volume du paralléllipipède. Si d'une même pyramide on retranche ses quatre parties excédentes, on aura pour la solidité du noyau $\frac{4}{24}$; ainsi la solidité du noyau est le $\frac{1}{6}$ de celle du parallélipipède, et la moitié de celle d'une des pyramides inscrites; enfin, les deux pyramides inscrites laissent dans le parallélipipède autant de petites pyramides vides qu'il y a d'arêtes dans le parallélipipède; ces douze petites pyramides sont égales entre elles, quoique non semblables, et la solidité de chacune d'elles, est le 24e. de celle du parallélipipède.

Si dans un parallélipipède circonscrit à une pyramide quelconque, on inscrit la surface d'un ellipsoïde, cette surface, qui est déterminée, touche les six faces du parallélipipède chacune dans son centre, et par conséquent touche les six arêtes de la pyramide chacune dans son milieu. Ainsi une pyramide quelconque étant donnée, l'ellipsoïde inscrit aux six arêtes de cette pyramide est déterminé, et les droites qui sont menées par les milieux des arêtes opposées sont trois diamètres conjugués de l'ellipsoïde. Quand les arêtes opposées de la pyramide sont respectivement égales entre elles, les droites qui joignent les milieux des arêtes opposées sont perpendiculaires à ces arêtes, et deviennent leurs distances; ces trois droites se coupent en un même point par leurs milieux; elles sont rectangulaires entre elles, et elles sont les trois axes de l'ellipsoïde. Dans le tétraèdre régulier, l'ellipsoïde inscrit aux six arêtes, est une sphère dont le rayon est égal à la distance des arêtes opposées.

On sait que les surfaces du 2e. degré se réduisent à trois espèces;

La 1re. a six sommets réels, c'est l'ellipsoïde;

La 2e. n'a que quatre sommets réels; les deux autres étant imaginaires. C'est l'hyperboloïde à une nappe;

La 3e. n'a que deux sommets réels; les quatre autres étant imaginaires, c'est l'hyperboloïde à deux nappes.

Si l'on suppose que ces trois surfaces soient conjuguées entre elles, c'est-à-dire, qu'elles soient concentriques, que leurs trois axes, respectivement égaux entre eux, coïncident, et que, de plus, les deux sommets imaginaires de la seconde, soient les seuls réels de la troisième; les trois surfaces coexistent dans l'espace sans se couper nulle part; la première touche la seconde dans sa ligne de striction qui passe par les quatre sommets communs; elle touche la troisième dans les deux seuls sommets communs; et la seconde touche la troisième dans une ellipse placée à une distance infinie. Tout cela est susceptible de trois combinaisons, suivant l'axe sur lequel sont pris les deux sommets qui sont réels dans la 3e. surface.

Ce que nous venons de dire pour les trois surfaces du second degré, rapportées à leurs axes rectangulaires communs, a lieu d'une manière analogue, si ces surfaces sont rapportées à trois diamètres conjugués communs. La seule différence est qu'ici ce sont les extrémités des diamètres conjugués qui font les fonctions des sommets.

D'après cela, lorsqu'un ellipsoïde est inscrit entre les six arêtes d'une pyramide triangulaire quelconque; en rapportant cet ellipsoïde aux trois droites menées par les milieux des arêtes opposées, et qui sont trois diamètres conjugués; si l'on conçoit les deux autres surfaces du 2e. degré qui lui sont conjuguées et rapportées aux mêmes diamètres, ces deux surfaces seront déterminées, pourvu qu'on ait indiqué quel est le diamètre sur lequel seront placées les deux extrémités qui sont réelles dans la troisième. L'hyperboloïde à une nappe touchera l'ellipsoïde dans la section plane qui passe par les quatre extrémités réelles de diamètres conjugués; donc il touchera dans leurs milieux les quatre arêtes de la pyramide qui passent par ces extrémités, et qui sont quatre positions de la droite génératrice, tandis que les deux autres arêtes qui seront opposées entre elles seront des asymptotes à cette surface. L'hyperboloïde à deux nappes, ne touchera l'ellipsoïde que dans les deux extrémités de diamètre qui sont réelles; il ne touchera dans leurs milieux que les deux arêtes qui passent par ces deux extrémités, et qui sont opposées entre elles; les quatre autres arêtes seront des asymptotes à cette surface.

Il suit de là que si l'on prolonge indéfiniment les six arêtes d'une pyramide triangulaire quelconque, on pourra inscrire entre

ces six droites celle des surfaces du second degré que l'on voudra. S'il est question de l'ellipsoïde, il n'y a pas d'ambiguïté; sa surface ne peut exister que dans l'intérieur même de la pyramide, elle touche toutes les arêtes dans leurs milieux. S'il s'agit de l'une des deux autres surfaces, elle existe toute entière en-dehors de la pyramide; elle ne touche que deux ou quatre des arêtes dans leurs milieux, les autres arêtes sont des asymptotes, et cette surface est entièrement déterminée, si on indique d'ailleurs sur lequel des diamètres conjugués doivent être prises les deux extrémités qui sont ou seules réelles, ou seules imaginaires.

Enfin, en supposant toujours six arêtes de la pyramide prolongées indéfiniment de part et d'autre, si l'on en considère quatre quelconques opposées entre elles deux à deux, il existe toujours un plan qui, en se mouvant parallèlement à lui-même, les coupe toutes quatre dans des points qui sont toujours sur la circonférence d'un cercle; le diamètre de ce cercle varie suivant la position du plan, et il est le plus petit lorsque le plan passe par le centre du parallélipipède circonscrit. La position de ce plan est susceptible de deux solutions différentes.

En supposant que les trois surfaces conjuguées du second degré soient construites, si l'on considère la pyramide conjuguée, ses six arêtes se comporteront comme celles de la première pyramide par rapport à ces trois surfaces; donc, si l'on prolonge indéfiniment les douze arêtes des deux pyramides conjuguées, elles seront toutes touchées par la surface de l'ellipsoïde, deux à deux dans chacune des extrémités de diamètres conjugués; huit d'entre elles seront touchées par l'hyperboloïde à une nappe, deux à deux dans chacune des quatre extrémités réelles de ses diamètres, les quatre autres seront asymptotes, et quatre d'entre elles seront touchées par l'hyperboloïde à deux nappes deux à deux dans chacune des deux extrémités réelles de ses diamètres, et les huit autres seront des asymptotes.

Enfin, si parmi ces douze arêtes prolongées, on considère les huit qui sont dans quatre faces quelconques du parallélipipède parallèles entre elles deux à deux, il existe un plan qui se mouvant parallèlement à lui-même, les coupe toutes en huit points, qui sont toujours dans la circonférence d'un cercle; et ce plan est susceptible de deux positions différentes.

---

§. II. SCIENCES PHYSIQUES.

Une lettre de Londres du 25 novembre 1807 avoit annoncé que M. Davy étoit parvenu au moyen d'une forte pile galvanique, à décomposer les deux alcalis la potasse et la soude; que ce chimiste avait lu à la Société royale de Londres, un mémoire dans lequel il concluait que ces deux alcalis étoient des oxides métalliques.

Le 8 décembre 1807, MM. *Gay* et *Thenard* ont repété dans le laboratoire de l'École polytechnique les expériences de M. Davy, et ont en effet obtenu au pôle négatif d'une pile à larges plaques, les deux nouveaux métaux dont on n'avoit pas même jusqu'alors soupçonné l'existence.

Ces deux chimistes ont continué ce travail sous un nouveau point de vue; ils se sont proposé de trouver une substance assez oxidable pour enlever l'oxigène aux alcalis qui venoient d'être reconnus pour des oxides métalliques; leurs essais furent suivis du plus grand succès.

Le 7 mars 1808, MM. Gay et Thenard ont annoncé à l'Institut de France qu'en traitant au feu d'un fourneau à reverbère la potasse avec le fer, ce dernier métal désoxidoit la potasse et la faisoit passer à l'état métallique.

Une vérité nouvelle est d'autant plus importante, qu'elle se lie à un plus grand nombre de faits, qu'elle éclaircit plus de doutes, qu'elle donne lieu à un plus grand nombre de nouvelles recherches; la découverte de MM. Gay et Thenard sous tous ces rapports, n'est pas moins brillante que celle du savant anglais Davy; considérée historiquement, elle confirme l'observation déja faite, que les méthodes les plus élégantes, les faits les plus simples ne sont presque jamais le résultat des premiers essais; on sait que le charbon désoxide le fer, qu'il ne desoxide pas la potasse, et cependant les expériences de MM. Gay et Thenard prouvent qu'à une haute température, le fer enlève l'oxigène à la potasse; en lisant le passage suivant de la Chimie de Lavoisier, (p. 174, troisième édition, 1801,) on verra que ce célèbre chimiste n'avoit pas encore observé cette influence du calorique dans l'action réciproque des corps, qui est l'objet d'un des plus beaux chapitres de la Statique chimique de M. Berthollet: « Il est probable que nous ne con« noissons qu'une partie des substances métalliques qui existent

« dans la nature ; toutes celles, par exemple, qui ont plus d'affi-
« nité avec l'oxigène qu'avec le carbone, ne sont pas susceptibles
« d'être réduites ou ramenées à l'état métallique, et elles ne doi-
« vent se présenter à nos yeux que sous la forme d'oxides qui se con-
« fondent pour nous avec les terres ; il est très-probable que la
« baryte que nous venons de ranger dans la classe des terres est
« dans ce cas : elle présente dans le détail des expériences, des
« caractères qui la rapprochent beaucoup des substances métalli-
« ques. Il serait possible, à la rigueur, que toutes les substances
« auxquelles nous donnons le nom de terres, ne fussent que des
« oxides métalliques, irréductibles par les moyens que nous em-
« ployons. »

De l'appareil propre à réduire la potasse par le fer ;

Par M. Hachette.

MM. les Pages desirant connoître le nouveau métal qu'on obtient de la potasse, j'ai répété dans leur laboratoire de chimie, l'expérience de MM. Gay et Thenard, en présence de leur gouverneur, M. d'Assigny.

L'appareil est aussi simple que celui de la décomposition de l'eau par le fer, et tout se passe de la même manière que dans cette dernière expérience ; ayant rempli le milieu d'un canon de fusil de rognures de fer découpées en très-petits morceaux, dans une longueur égale à celle du fourneau qu'on a à sa disposition, on introduit la potasse caustique dans l'une des parties du canon qui est hors le fourneau, et on lute son extrémité ; on met à l'extrémité de l'autre partie du canon un tube de sûreté, et on chauffe fortement le canon.

Le fourneau dont je me suis servi, a 25 centimètres de diamètre, j'y ai adapté un soufflet de forge à double vent ; tandis qu'on chauffoit le fourneau, je refroidissois à la glace la partie du canon qui contenoit la potasse ; après une heure de feu ardent, j'ai fait fondre la potasse au moyen d'un petit fourneau à main en tôle ; le canon étant un peu incliné vers le tube de sûreté, la potasse fondue s'est mise en contact avec le fer ; aussitôt l'hydrogène de son eau de cristallisation s'est dégagé par l'extrémité du tube de sûreté plongeant dans l'eau.

Ce dégagement d'hydrogène est un indice certain du succès de l'expérience ; s'il se rallentit, parce que la potasse liquide aura refroidi le fer, on peut ôter le petit fourneau placé sous la potasse, qui la tient liquide, et rendre au fer la température nécessaire pour recevoir de nouvelle potasse liquide.

Ce dernier effet est, comme on voit, tout à fait semblable à ce qui se passe dans la décomposition de l'eau, car si on verse trop d'eau sur le fer rouge, ce métal se refroidit, et l'eau passe en vapeur sans se décomposer.

Avant de fondre la potasse pour l'amener sur le fer, j'avois mis à la glace la partie du canon à laquelle le tube de sûreté est adapté, et qui sert de réfrigérent.

Après une demi-heure environ, à compter du moment où la potasse se fond, le dégagement d'hydrogène cesse, et l'opération est terminée.

Lorsque le fourneau est entièrement refroidi, on ôte le tube de sûreté, et on ferme l'extrémité du canon par un bouchon ; pour retirer le métal, on coupe le canon à la naissance de la partie qui a servi de réfrigérent, et le métal (le potasse) se présente sous la forme de petites lames brillantes adhérentes aux parois du canon ; la plus grande partie est au commencement du réfrigérent ; une autre partie n'est condensée que près du bouchon du tube de sûreté ; cette dernière partie est très-peu adhérente au canon ; le moindre effort suffit pour la détacher, elle est même en partie oxidée par l'air rentré pendant le refroidissement du fourneau, et lorsqu'on reçoit le tout dans l'huile de naphte, cette partie oxidée se détache en lames, et laisse à découvert une lame métallique blanche et brillante.

Quant à la portion de potasse condensé plus près du fourneau, il faut le détacher au moyen d'un outil d'acier tranchant, et par morceaux les plus gros possibles ; car s'il est en petites molécules, il s'enflamme dans l'air comme le fer, à une température même très-basse ; lorsqu'on ne peut pas le détacher par gros morceaux, il faut le tenir dans un gaz privé d'oxigène, ou dans l'huile de naphte ; c'est en le plongeant dans l'huile que je l'ai retiré du canon.

On trouve encore dans le canon des amalgames de fer et de potasse, ils adhèrent très-fortement à la partie du canon qui occupe le milieu du fourneau, ils verdissent à l'air, et s'y décomposent facilement ; le potasse repasse en peu de tems à son premier état.

Pour obtenir le potasse en grand et commodément, il faudroit un canon d'un grand diamètre, qui seroit chauffé sur une grande longueur, et qui porteroit à son extrémité un tube dans lequel on tiendroit la potasse liquide ; ce tube seroit disposé de manière qu'on pourroit faire tomber telle quantité d'oxide de potasse liquide qu'on voudroit,

et on le volatiliseroit avant de le mettre en contact avec le fer; on placeroit à l'extrémité de ce canon, un autre canon formé de deux parties; ce dernier serviroit de réfrigérent, et on pourroit l'ouvrir pour recueillir le métal.

Le Ministre d'Etat, Gouverneur de l'Ecole Impériale Polytechnique, à M. le rédacteur du Moniteur.

Paris, 29 janvier 1808.

Le conseil de perfectionnement de l'Ecole impériale polytechnique, auquel la lettre ci-jointe a été communiquée par M. Guyton, l'un de ses membres, a desiré qu'elle eût la même publicité que l'extrait du rapport de MM. Gay et Thenard sur les expériences de M. Davy.

Je vous prie de vouloir bien l'insérer dans un de vos plus prochains numéros (1).

J'ai l'honneur de vous saluer avec considération,

Signé J. G. Lacuée.

Hachette, professeur de mathématiques et de physique des Pages de LL. MM. II. et RR., instituteur à l'Ecole Polytechnique, à M. Guyton.

Paris, le 22 janvier 1808.

Je vous avois témoigné mes regrets de ce que dans le compte rendu à l'Institut sur les expériences de M. Davy, et publié par extrait dans la plupart des journaux, on avoit oublié de citer l'Ecole polytechnique qui, depuis la naissance du galvanisme, a pris un intérêt particulier à cette branche de la physique; depuis j'ai appris que M. le Gouverneur partageoit les sentimens des professeurs, et qu'il étoit dans l'intention d'informer le public de la part qu'a eue l'Ecole polytechnique dans le perfectionnement des appareils électromoteurs. Dans cette circonstance, je crois qu'il n'est pas inutile de rappeler ce qui a été fait par les soins et aux frais de cet établissement.

(1) Elle a été insérée dans le *Moniteur* du 31 janvier 1808.

M. Thenard et moi sommes les premiers qui avons fait voir l'influence des dimensions dans les plaques qui composent les piles de Volta; nous avons prouvé que dans les piles qui ne diffèrent entre elles que par la grandeur des plaques superposées, *la tension de l'électricité aux pôles est constamment la même*; nous avons fait voir que la grandeur des plaques augmentoit la quantité d'électricité qui se développe dans un tems donné, et nous avons rendu cette augmentation sensible par la combustion des métaux, soit dans le gaz oxigène, soit dans l'air atmosphérique. Tous ces faits sont consignés dans le Journal de l'Ecole, onzième cahier, et notamment dans une lettre adressée à M. Fourcroy, le 14 prairial an 9 (3 juin 1801,) et imprimée dans le même cahier, page 291.

Le conseil de l'Ecole ayant reconnu l'importance des piles à grandes plaques, accorda des fonds suffisans pour s'en procurer; j'ai fait construire par Dumotier l'appareil qui existe maintenant à l'Ecole, dont j'ai décrit les effets dans le *Précis des leçons sur le calorique et l'électricité*, page 77; il est composé de 60 couples (cuivre et zinc,) de forme carrée, chaque côté du carré étant de 18 centimètres.

Le même conseil nous ayant chargés vous et moi de reprendre nos expériences sur le diamant, nous nous sommes servis de cet appareil pour soumettre le diamant à son action; vous vous proposez de rendre un compte particulier (1) de nos derniers essais, qui, comme vous savez, n'ont été suspendus qu'en attendant les appareils qui nous manquent. Ayant senti le besoin d'avoir une pile encore plus forte que celle de l'Ecole, vous vous êtes décidé à faire construire à vos frais 150 nouveaux couples. C'est avec votre appareil réuni à celui de l'Ecole, que MM. Gay et Thenard sont parvenus à répéter les expériences de M. Davy.

Je vous prie, Monsieur, de communiquer cette note à M. le Gouverneur et au conseil de perfectionnement, si vous le jugez convenable.

Je suis avec un respectueux attachement, etc.

P. S. M. Guyton a le premier fait voir l'influence de l'électricité galvanique naturelle, sur les minéraux; *voyez son Mémoire dans le Journal de l'Ecole polytechnique, messidor an 10, (juillet 1802,) page 308, et la suite de ce Mémoire dans les Annales de Chimie, tome 63, août 1807, page 113.*

(1) Voyez le cahier des Annales de chimie. Janvier 1808, pag. 86.

J. G. Lacuée, Conseiller d'état, Gouverneur de l'Ecole Impériale Polytechnique, à M. le sénateur Monge, président de la commission nommée pour la construction de la pile galvanique. (Cette Commission est composée de MM. Monge, Guyton, Hachette, Lacroix, Hassenfratz, auxquels sont adjoints MM. Gay et Thenard.

Paris, 13 février 1808.

J'ai l'honneur d'annoncer à la commission dont vous êtes président, monsieur le sénateur, que Sa Majesté vient de faire mettre à ma disposition la somme de 20,000 fr. pour la construction de la pile galvanique.

La commission peut donc s'occuper dès aujourd'hui de l'exécution.

Elle pensera peut-être devoir nommer deux de ses membres pour donner les ordres, en suivre l'exécution, et donner les certificats de réception et de bonne confection, etc.

J'ai l'honneur de vous saluer, monsieur le sénateur, avec la considération la plus distinguée.

Signé J. G. LACUÉE.

§. III. ANNONCE D'OUVRAGES.

M. Prony a publié cette année 1808 les sommaires de ses leçons à l'Ecole polytechnique sur le mouvement des corps solides, l'équilibre et le mouvement des fluides.

Ces sommaires sont au nombre de 52, ils forment un vol. in-4°. d'environ 90 pages.

M. Andrieux a fait imprimer, comme il l'a annoncé, (*Voyez* page 320,) les sommaires de ses leçons de grammaire; ils sont au nombre de 36, et forment un volume in-4°. On imprime maintenant les sommaires pour le cours des belles-lettres, qui fait suite au cours de grammaire.

Une seconde édition de la figure de la terre, par *Clairault*, vient de paroître par les soins de M. Poisson; cet ouvrage original, mis au jour en 1743, manquoit depuis plusieurs années; tous ceux qui s'occupent d'astronomie, ou qui desirent connoître la marche des inventeurs dans la science difficile de la mécanique, sauront gré à M. Poisson d'avoir donné au public une nouvelle édition plus correcte que la première.

Le 14ᵉ. cahier du journal de l'Ecole Polytechnique vient de paroître par les soins de MM. Hachette et Poisson, membres de la commission chargée par le conseil d'instruction de l'impression de son journal. — Il renferme sept mémoires d'analyse, et deux autres mémoires, l'un sur les Canaux de Navigation ; l'autre, sur le Bélier Hydraulique. Il est terminé par les leçons 20 et 21 de M. Lagrange sur le calcul des fonctions, dont les vingt premières leçons forment le 13ᵉ. cahier de ce journal.

Le rapport sur l'Ecole Impériale Polytechnique, arrêté par le conseil de perfectionnement dans sa 8ᵉ. session de l'an 1807, a paru imprimé (petit in-4°. de 91 pages, avec une planche).

§. IV. PERSONNEL.

MM. Monge et Dubays sont membres du conseil d'administration de l'Ecole Impériale Polytechnique pendant l'année 1808.

S. E. le gouverneur de l'Ecole Impériale Polytechnique a nommé, le 21 avril 1808, M. Binet, (Jacques-Philippe-Marie) répétiteur de géométrie descriptive en remplacement de M. Livet, démissionnaire.

M. Livet est entré à l'Ecole Polytechnique le premier de la promotion de 1802 ; a été admis à l'école des ponts-et-chaussées en 1805, en conservant le premier rang ; a donné sa démission pour suivre une éducation particulière en Pologne ; S. E. Monsieur le gouverneur, en acceptant sa démission, lui a donné les témoignages d'estime dus à ses talens, et lui a exprimé les regrets de MM. les professeurs de l'Ecole Polytechnique.

§. V. ACTES DU GOUVERNEMENT.

Extrait de la loi du 10 mai 1806, portant création d'un corps enseignant.

Titre 1er., article 14.

A Paris, la faculté des sciences sera formée de la réunion de deux professeurs du Collège de France; de deux du Muséum d'Histoire Naturelle, de deux de l'*Ecole Polytechnique*, et de deux professeurs de mathématiques des Lycées.

Titre 4, article 113.

Ces aspirans (*de l'Ecole Normale*) suivront les leçons du Collège de France, de l'*Ecole Polytechnique*, ou du Muséum d'Histoire Naturelle, suivant qu'ils se destineront à enseigner les lettres ou les divers genres de sciences.

ERRATA.

	Pag.	lig.	
N°. 3.	331,	5,	après $\frac{N}{K}$, *lisez:* $\frac{R}{K}$.
	351,	4,	(1)... (=, *lisez :* (1) $4Q^2$ =.
	Id.,	5,	$p \cos a$, *lisez :* $p \cos c$.
	355,	29,	Dubois aîné, *lisez :* Dubois Aimé.
	372,	3,	*ajoutez :* 22 janvier 1808.
	374,	22,	ingénieur des ponts-et-chaussées, *lisez:* géographe.
N°. 10.	389,		avant dernière équation, p, p', p'', *lisez:* q, q', q''.
	390,	25,	$6''$, *lisez:* γ'.
	409,	2,	diamètres, *lisez :* largeurs.
	412,	12 et 13,	diamètre, *lisez :* la largeur.
	Id.,	30,	Spalato, *lisez :* Spalatro.
	414,	18,	par, *lisez :* pour.
	Id.,	33,	$\frac{250}{1817}$, *lisez:* $\frac{250}{187}$.

SUPPLÉMENT AU N°. 10.

Expériences de MM. Gay-Lussac *et* Thenard, *faites au laboratoire de l'*ECOLE *Polytechnique.*

Aussitôt qu'on a connu en France les expériences que M. Davy a faites sur la potasse et la soude, au moyen de la pile voltaïque, MM. Gay-Lussac et Thenard se sont empressés de les répéter; mais quoiqu'ils les aient trouvées exactes, ils n'en ont point tiré les mêmes conséquences que ce célèbre chimiste. M. Davy a conclu de ses expériences, que les alcalis étoient formés d'oxigène et d'une substance métallique très inflammable; tandis que MM. Gay-Lussac et Thenard en ont conclu (dans une note lue à l'Institut le 12 janvier), qu'on n'avoit pas plus de raisons pour admettre la composition des alcalis que pour les regarder comme des corps simples. En effet, on pouvoit supposer que les métaux qu'on en retire, n'étoient que des combinaisons de ces alcalis avec l'hydrogène. Cette hypothèse expliquoit même, au moins aussi bien que la première, le petit nombre de faits connus alors; ou si quelques-uns étoient plus favorables à l'une, on pouvoit en citer de plus favorables à l'autre. Par conséquent, ni l'une ni l'autre ne devoit être préférée; et ce n'étoit que d'après des expériences multipliées qu'on pouvoit faire un choix. Mais la quantité de métal qu'on se procure par la pile, est si petite que, faute d'autres moyens de s'en procurer, on seroit resté longtems flottant entre ces deux hypothèses, quoique certain que l'une d'elles étoit vraie. Il étoit donc vivement à desirer qu'on découvrît un procédé au moyen duquel on pût en obtenir abondamment et facilement; et c'est ce procédé que MM. Gay-Lussac et Thenard ont découvert, et qu'ils ont fait connoître à l'Institut le 7 mars dernier. S'étant ainsi mis dans le cas de résoudre la question, ils n'ont cessé de s'en occuper depuis cette époque; enfin, le 16 mai, après avoir communiqué à l'Institut, dans les mois de mars et d'avril, différens résultats plus ou moins favorables à l'une ou à l'autre de ces hypothèses, ils lui en ont présenté de nouveaux qui semblent lever tous les doutes, et prouver que les métaux qu'on retire des alcalis, ne sont réellement que des combinaisons de ces alcalis avec l'hydrogène.

Nous allons donner un extrait de leurs recherches; et, d'abord nous allons rapporter le procédé qu'ils suivent, et tel qu'ils l'ont lu à l'Institut, pour préparer les métaux de la potasse et de la soude.

On prend un canon de fusil, très-propre dans son intérieur; on en courbe la partie moyenne et l'un des bouts, de manière à le rendre parallèle à l'autre; on couvre cette partie moyenne d'un lut infusible, et on la remplit de limaille de fer, ou mieux de tournure de fer bien pure; puis on dispose ce tube en l'inclinant sur un fourneau à réverbère; ensuite on met de l'alcali bien pur dans le bout supérieur, et on adapte une allonge bien sèche, portant un tube bien sec lui-même au bout inférieur. Les proportions de fer et d'alcali qu'on emploie sont trois parties du premier et deux parties du second; mais on peut les faire varier. L'appareil ainsi disposé, on fait rougir fortement le canon du fusil, en excitant la combustion au moyen d'un soufflet de forge ou d'un tuyau de tôle qui détermine une plus vive aspiration. Lorsque le tube est extrêmement rouge, on fond peu-à-peu l'alcali qui, par ce moyen, est mis successivement en contact avec le fer et converti presqu'entièrement en métal. Dans cette opération, il se dégage en même tems que le métal se volatilise, beaucoup de gaz hydrogène qui quelquefois est très-nébuleux, et qui provient de l'eau que contient l'alcali; on est même averti que l'opération touche à sa fin, quand le dégagement du gaz cesse. Alors, on retire du feu le canon, qui n'a nullement souffert si les luts ont bien tenu, et qui, au contraire, est fondu si les luts se sont détachés; on le laisse refroidir, et on en coupe l'extrémité inférieure, près de l'endroit où elle sortoit du fourneau: c'est dans cette extrémité inférieure et en partie dans l'allonge qu'on trouve le métal; on l'en retire, en le détachant avec une tige de fer tranchante, et le recevant soit dans du naphte, soit dans une petite éprouvette bien sèche. Pour l'obtenir plus pur encore, on le passe au travers d'un nouet de linge dans le naphte même, à l'aide d'une température et d'une compression convenables. Le métal ainsi préparé est pur; il ne contient ni fer, ni alcali, et peut se conserver dans l'huile indéfiniment. Il faut bien se garder d'employer du charbon ou des matières qui en contiennent, pour retirer ces métaux des alcalis; car alors ils en retiendroient une plus ou moins grande quantité, et jouiroient de propriétés très-variables.

C'est sur-tout le métal de la potasse que MM. Gay-Lussac et Thenard ont étudié. Aussi ne sera-t-il ici question que de ses propriétés.

Ce métal a un éclat métallique semblable à celui du plomb; on peut le pétrir entre les doigts comme de la cire, et le couper plus facilement que le phosphore le plus pur.

Sa pesanteur spécifique est de 874, celle de l'eau étant 1000, aussitôt qu'on le jette sur l'eau, il s'enflamme et se promène lentement sur ce liquide; lorsque l'inflammation cesse, il se fait ordinairement une petite explosion, et il ne reste dans l'eau que de la potasse caustique très-pure. Pour déterminer la quantité d'hydrogène que le métal dégage dans son contact avec l'eau, MM. Gay-Lussac et Thenard en ont rempli un tube de fer, qui avoit reçu par là un accroissement en poids de 2,284 grammes, et ont introduit ce tube fermé par un disque de verre sous une cloche pleine d'eau. A peine le métal a-t-il touché l'eau, qu'il a été projeté contre la partie supérieure de la cloche en dégageant beaucoup de gaz hydrogène, mais sans aucune apparence d'inflammation. Ce gaz hydrogène étoit très-pur et formoit un volume de 64,892 centimètres cubes, le thermomètre étant à 6 degrés, et le baromètre à 76 centimètres.

Le métal de la potasse se combine très-bien avec le phosphore, le soufre, avec un très-grand nombre de métaux, et sur-tout avec le fer et le mercure, et forme des composés particuliers. Sa combinaison est même si intime avec le phosphore et le soufre, qu'au moment où elle a lieu, il y a un grand dégagement de chaleur et de lumière. Le phosphure projeté dans l'eau, y forme beaucoup de gaz hydrogène phosphoré qui s'enflamme: le sulfure y forme un sulfate et un sulfure hydrogéné.

Mais parmi les combinaisons qu'il est susceptible de former, il n'en est point de plus curieuse et de plus importante que celle qui résulte de son action sur les gaz.

Il brûle vivement dans le gaz oxigène à la température ordinaire, l'absorbe et se transforme en potasse.

Mis en contact avec l'air atmosphérique, sans élever la température, il prend d'abord une belle couleur bleue; ensuite en l'agitant, il se fond, forme un bain brillant, s'enflamme, absorbe tout l'oxigène de l'air, se convertit en potasse, et n'absorbe point d'azote. Ainsi donc il n'a aucune action sur ce dernier gaz.

Il n'en est pas de même sur le gaz hydrogène; il peut à une haute température en absorber une quantité remarquable, et il se transforme alors en une matière solide, d'un gris blanchâtre, dont on retire du gaz hydrogène par le mercure et par l'eau.

Son action sur les gaz hydrogène phosphoré, sulfuré, arseniqué, est encore plus grande que sur le gaz hydrogène. A une température d'environ 70 degrés, il les décompose, s'empare de tout le phosphore, le soufre, l'arsenic, et d'une portion de l'hydrogène qu'ils contiennent. La décomposition de l'hydrogène phosphoré a même lieu avec flamme. La portion de gaz hydrogène non absorbée, reste à l'état de gaz.

Sa combustion dans les gaz acide nitreux et acide muriatique oxigéné, est aussi vive que dans le gaz oxigène. Quelquefois pourtant, l'inflammation n'a point lieu de suite; mais cela tient à ce que le métal se recouvre de muriate ou de nitrite de potasse, qui protège le centre contre l'action du gaz; alors il faut remuer la matière, et bientôt une vive lumière est produite.

On peut analyser rigoureusement et en un instant le gaz nitreux et le gaz oxide d'azote par le métal de la potasse. Aussitôt, ou presqu'aussitôt que le métal est fondu et en contact avec ces gaz, il devient bleu, s'enflamme, absorbe tout l'oxigène, et laisse l'azote à nu. C'est encore de cette manière qu'il se comporte avec le gaz acide sulfureux, et avec le gaz acide carbonique et le gaz oxide de carbone provenant de la décomposition du carbonate de barite par le fer; seulement il faut plus élever la température dans toutes ces expériences que dans la précédente: le métal devient bleu, bientôt s'enflamme, et la base du gaz est séparée. Avec le gaz acide sulfureux, on obtient un sulfure de potasse et point de résidu gazeux; avec les gaz acide carbonique et oxide de carbone, on obtient du charbon, de la potasse, et toujours point de résidu gazeux.

L'acide fluorique sec a aussi offert avec le métal des phénomènes dignes de la plus grande attention.

A froid, il n'y a aucune action, mais à chaud, il y a une inflammation très-vive; tout le gaz disparoît sans qu'il s'en développe aucun autre, et le métal se convertit en une matière noirâtre, qui ne fait aucune effervescence avec l'eau, et qui contient du fluate de potasse, et un peu de charbon provenant du métal. On peut présumer que dans cette expérience, l'acide fluorique est décomposé; mais cette décomposition ne sera démontrée, et ne pourra être admise qu'autant qu'on en séparera le radical, et qu'avec ce radical on pourra reformer cet acide.

MM. Gay-Lussac et Thenard ont fait un grand nombre d'essais sur le gaz acide muriatique; mais comme jusqu'ici ils ne l'ont point obtenu sans eau, ils n'ont point parlé de son action sur

ce métal. Seulement ils ont rapporté qu'en traitant le mercure doux par le phosphore, dans l'espérance d'avoir de l'acide muriatique bien sec, ils ont trouvé une liqueur nouvelle très-limpide, sans couleur, répandant de fortes vapeurs, s'enflammant spontanément lorsqu'on en imbibe le papier joseph; laquelle ne paroît être qu'une combinaison de phosphore, d'oxigène et d'acide muriatique, et par conséquent analogue à celle qu'on obtient en traitant le soufre par le gaz acide muriatique oxigéné.

Toutes les expériences dont on vient de parler peuvent s'expliquer dans les deux hypothèses qui ont été exposées précédemment; et probablement que beaucoup d'autres pourront également recevoir une double interprétation; mais il n'en est pas de même de celles qui suivent.

Lorsqu'on met ce métal en contact avec le gaz ammoniaque dans un tube bien sec sur le mercure, et qu'on le fait fondre, il disparoît peu-à-peu, se transforme en une matière grise verdâtre très-fusible; l'ammoniaque elle-même disparoît en presque totalité, et se trouve remplacée dans le tube par un volume de gaz hydrogène égal à environ les deux tiers de celui du gaz ammoniaque employé. Si on chauffe fortement dans le tube de verre, même tout rempli de mercure, la matière grise verdâtre qui y est attachée à la partie supérieure sous forme de plaque, on peut en retirer au moins les trois cinquièmes de l'ammoniaque absorbée; savoir, deux cinquièmes d'ammoniaque non décomposée, et un cinquième d'ammoniaque décomposée, ou dont les élémens ont été rendus par le feu à l'état de liberté. Si ensuite on met avec quelques gouttes d'eau la matière grise verdâtre ainsi fortement chauffée, on en dégage sensiblement les deux autres cinquièmes d'ammoniaque absorbée; on n'en dégage point d'autre gaz, et ce qui reste n'est que de la potasse très-caustique. Enfin si on reprend le gaz ammoniaque dégagé par le feu de la matière grise verdâtre, et si on s'en sert pour traiter de nouveau métal, il y a de nouveau formation de matière grise verdâtre semblable à la précédente, absorption de gaz ammoniaque et apparition d'une grande quantité de gaz hydrogène. On peut encore répéter cette expérience avec l'ammoniaque retirée de cette seconde matière grise verdâtre, etc., et toujours on obtiendra les mêmes phénomènes; en sorte que, par ce moyen, avec une quantité donnée d'ammoniaque, on peut obtenir plus que son volume de gaz hydrogène.

Actuellement recherchons d'où peut provenir ce gaz hydrogène. Admettra-t-on qu'il vient de l'ammoniaque décomposée?

Mais cela est impossible, puisqu'on retire toute l'ammoniaque employée. D'ailleurs on a vu que le métal ne peut point se combiner avec le gaz azote, et qu'au contraire il se combine assez bien avec le gaz hydrogène, pour qu'on puisse, par ce moyen, opérer la séparation de ces deux gaz; de plus, on peut encore ajouter à toutes ces preuves, qu'en traitant des quantités égales de métal par l'eau et par le gaz ammoniaque, on obtient absolument de part et d'autre la même quantité de gaz hydrogène.

Ainsi cet hydrogène ne provient que de l'eau qu'on pourroit supposer dans le gaz ammoniaque, ou du métal lui-même; mais d'après les expériences de M. Berthollet le fils, il est prouvé que le gaz ammoniaque ne contient point sensiblement d'eau, et on obtient tant d'hydrogène que, pour supposer qu'il soit dû à l'eau de l'ammoniaque, il faudroit admettre que cette ammoniaque contient plus que son poids d'eau, ce qui est absurde. Donc le gaz hydrogène provient du métal; et comme, lorsqu'on en a séparé ce gaz, ce métal se trouve transformé en alcali, *ce métal ne paroît être qu'une combinaison d'alcali et d'hydrogène.*

Note sur l'article précédent; par M. Hachette.

Les expériences de MM. Gay-Lussac et Thenard prouvent que le métal de la potasse peut, à une certaine température, devenir sur-hydrogéné, en absorbant une quantité remarquable de gaz hydrogène; la température à laquelle cette combinaison se fait, est un peu au-dessus de celle qui est nécessaire pour fondre le métal; lorsqu'elle est très-élevée, sa combinaison n'a pas lieu, comme on le voit par le dégagement continuel de l'hydrogène à l'extrémité du tube de fer dont on se sert pour obtenir le métal.

En admettant que 2,284 grammes de métal de potasse dégagent, en passant à l'état de potasse, 64,892 centimètres cubes de gaz hydrogène, à la température de 6°, ce volume se réduit à 64 centimètres environ à la température de 0°; or, à cette température, le centimètre cube d'hydrogène pèse 0,0009 (le centimètre cube d'air atmosphérique pesant [illegible] de gramme); d'où il suit que le métal de la potasse contient d'hydrogène environ la 0,025^{me}. partie de son poids. Pour confirmer cette conclusion, il seroit à desirer qu'on reconnût l'hydrogène comme principe constituant d'autres métaux.

TABLEAU des personnes attachées à l'Ecole impériale Polytechnique qui ont fait partie de l'expédition d'Egypte, partie de Toulon le 18 mai 1798, sous le commandement du général en chef Bonaparte.

Instituteurs.

MM.	*OBSERVATIONS.*
Monge.	Actuellement sénateur.
Berthollet.	*Idem.* A donné sa démission de sa place d'instituteur, le 1er. vendémiaire an 14.
Fourier.	Actuellement préfet du département de l'Isère. (*Voyez* p. 204.)
Say.	Mort au siége de Saint-Jean-d'Acre.

Elèves.

classés par ordre de services publics.

Artillerie.

Berge.	François.	
Boyé.	Amédée.	Mort en Egypte.
Lacy.	Etienne-Claire-Patrice.	
Thierry.	Jacques-François.	Mort en Egypte.

Génie militaire.

Bouchard.	Pierre-François-Xavier.	
Bringuier.	Jean-Balthazard.	Mort en Syrie.
Charbaut.	Jean-Louis-Laurent.	*Idem.*
Legentil.	Emmanuel-Marie-Jean.	Coopérateur de la commission d'Egypte.
Malus.	Etienne-Louis.	*Idem.*
Moret.	Amand.	
Picquet.	Jean-Baptiste.	Mort en Syrie.

Ponts-et-Chaussées.

Alibert.	Bertrand.	
Arnollet.	Pierre-Jean-Baptiste.	
Caristie.	Philippe-Joseph-Marie.	Coopérateur de la commission d'Egypte.

Chabrol.	Jacques-Joseph-Gaspard-Antoine.	Coopérateur de la commission d'Egypte.
Devilliers.	René-Edouard.	*Idem.*
Dubois.	Jean-Marie-Joseph-Aimé.	*Idem.*
Favier.	Louis-Joseph.	*Idem.*
Fèvre.	Jean-Baptiste-Simon.	*Idem.*
Jollois.	Jean-Baptiste Prosper.	*Idem.*
Lancret.	Michel-Ange.	*Idem.* Mort en décembre 1807. (*Voyez* pag. 374).
Moline.	Benoît.	
Potier.	Paul-Nicaise.	
Raffeneau.	Adrien.	Coopérateur de la commission d'Egypte.
Regnault.	Joseph-Angéli.-Sébastien.	*Idem.*
St.-Genys.	Alexandre.	*Idem.*
Thevenod.	Claude-François.	Mort en Egypte.

Mines.

Dupuis.	Victor.	Coopérateur de la commission d'Egypte.

Géographes.

Bertre.	Jacques-Antoine.	
Coraboeuf.	Jean-Baptiste	Coopérateur de la commission d'Egypte.
Dulion.	Jacques-Auguste.	Mort en Egypte.
Jomard.	Edme-François.	Commissaire du Gouvernement près la commission d'Egypte.
Laroche.	François.	
Lecesne.	Bienheureux-Desiré-François Réel.	

Construction des vaisseaux.

Boucher.	Mathurin-François.	Ces trois élèves sont partis de France comme ingénieurs-géographes; ils ont été admis en Egypte dans le service de la construction des vaisseaux.
Chaumont.	Jean-François.	
Greslé.	Philippe.	

Administrations publiques.

Bernard.	Denis-Samuel.	Sous-préfet à Rochefort. Coopérateur de la commission d'Egypte.
Champy.	Jean-Nicolas.	Employé dans les poudres et salpêtres. Mort en Egypte.

TABLEAU indiquant le nombre des élèves admis à l'École impériale Polytechnique, depuis son établissement, en 1795, jusques et compris l'année scholaire 1807 — 1808, et leur répartition dans les différens services, états ou fonctions à leur sortie.

Artillerie de terre	433
Artillerie de mer.	13
Génie militaire.	234
Construction des vaisseaux	40
Mines	41
Ponts et chaussées	277
Ingénieurs-géographes.	24
Troupes de ligne.	69
Marine militaire	45
Instruction publique (y compris un au bureau des longitudes).	50
Administrations publiques.	12
Arts et manufactures.	14
Jurandes et magistratures	3
Commerce	2
Retirés par démission (1).	416
Morts	51
	1664
Elèves non placés et composant l'Ecole au commencement de l'année scholaire 1807 à 1808. .	316
Total égal au nombre des élèves admis . .	1980

---

(1) Il est à remarquer, sur ce nombre de démissionnaires, que 220 se sont retirés pendant les années 1795 et 1796; à cette époque, le manque de subsistances a obligé un grand nombre d'élèves à quitter Paris.

TABLEAU *des Elèves fournis par chaque département à l'Ecole Impériale Polytechnique, depuis son établissement en l'an 3, (1795) jusques et compris l'année 1807.*

NOMS des DÉPARTEMENS.	NOMBRE d'élèves fournis.	NOMS des DÉPARTEMENS.	NOMBRE d'élèves fournis.	NOMS des DÉPARTEMENS.	NOMBRE d'élèves fournis.
			520		777
Ain.	19	Gironde	14	Nord	31
Aisne	16	Golo	4	Oise	21
Allier	13	Hérault	21	Orne	14
Alpes (Basses-) . .	1	Ille-et-Villaine . .	45	Ourte.	1
Alpes (Hautes-) . .	7	Indre	14	Pas-de-Calais. . .	29
Alpes-Maritimes. .	1	Indre-et-Loire . .	16	Pô	1
Apennins	»	Isère	42	Puy-de-Dôme . .	26
Ardèche.	5	Jemmape	1	Pyrénées (Basses)	6
Ardennes	40	Jura	38	Pyrénées (Hautes-)	2
Arriége	5	Landes	1	Pyrénées-Oriental.	9
Aube	11	Léman	7	Rhin (Bas-) . . .	29
Aude.	20	Liamone.	3	Rhin (Haut-) . .	15
Aveyron	6	Loir-et-Cher. . .	11	Rhin-e -Moselle .	»
Bouches-du-Rhône.	10	Loire	8	Rhône	26
Calvados.	57	Loire (Haute-) . .	2	Roër	1
Cantal.	7	Loire-Inférieure. .	29	Sambre et-Meuse.	1
Charente.	6	Loiret.	19	Saône (Haute-) .	15
Charente-Inférieure	16	Lot.	12	Saône-et-Loire. .	15
Cher	8	Lot-et-Garonne .	24	Sarre	1
Corrèze	6	Lozère	2	Sarthe. . . , . . .	15
Côte-d'Or	49	Lys.	2	Seine	286
Côtes-du-Nord . .	15	Maine-et-Loire. .	13	Seine-Inférieure. .	48
Creuse	4	Manche	26	Seine-et-Marne . .	16
Doire	»	Marengo.	1	Seine-et-Oise . . .	49
Dordogne	21	Marne.	36	Sèvres (Deux-). .	10
Doubs.	30	Marne (Haute) . .	24	Sésia	»
Drôme	11	Mayenne.	7	Somme.	23
Dyle	5	Meurthe.	52	Stura	1
Escaut.	1	Meuse.	33	Tarn	21
Eure	21	Meuse-Inférieure.	3	Var.	12
Eure-et-Loir. . .	13	Mont-Blanc . . .	12	Vaucluse	3
Finistère.	50	Montenotte. . . .	1	Vendée.	8
Forêts.	»	Mont-Tonnerre. .	5	Vienne	3
Gard	7	Morbihan	12	Vienne (Haute-).	12
Garonne (Haute-)	31	Moselle	55	Vosges	17
Gênes	»	Nèthes (Deux-). .	»	Yonne	26
Gers	8	Nièvre.	16		
	520		777		1927

Saint-Domingue. . . . . 18 } . . 21 }
La Guadeloupe . . . . 3 }
Nés en pays étrangers, mais Français d'origine. 32 } 53

TOTAL 1980

SUITE au Tableau inséré au N°. 4 (pag. 228), présentant le résultat des concours d'admission, depuis l'établissement de l'École.

ANNÉES des CONCOURS.	NOMBRE DES CANDIDATS EXAMINÉS		TOTAL des candidats examinés.	ÉLÈVES ADMIS A L'ÉCOLE		TOTAL des élèves admis.
	dans les départem^s.	à Paris.		parmi les candidats examinés dans les départem^s.	parmi les candidats examinés à Paris.	
Résultat porté au 1er. Tabl.	1869	1743	3612	759	778	1537
An 14	190	103	293	74	51	125
An 1806.	182	102	284	108	66	174
An 1807.	185	128	313	86	58	144
	2426	2076	4502	1027	953	1980

Le nombre total des candidats, comparé à celui des élèves admis, est comme. . . . . 1000 est à 439.

Le nombre des candidats examinés dans les départemens, est à celui des admis, comme . . . . 1000 est à 423.

Le nombre des candidats examinés à Paris, est à celui des admis, comme . . . . 1000 est à 459.

Le nombre des candidats examinés dans les départemens, est, à celui des examinés à Paris, comme . . . . 1000 est à 855.

TABLEAU des instituteurs chargés de l'enseignement de l'Ecole Polytechnique dans l'année scholaire de 1807 à 1808.

MM.

Lacroix. . . . . . Labey.	Cours d'analyse.
Monge. . . . . . Hachette.	Cours de géométrie descriptive. Cours d'analyse appliquée à la géométrie. Cours élémentaire des machines.
Prony . . . . . . Poisson.	Cours de mécanique.
Hassenfratz. . . .	Cours de physique.
Guyton. . . . . . Fourcroy.	Cours de chimie générale et appliquée aux Arts.
Sganzin. . . . . . Duhays.	Cours de constructions publiques. Cours d'art militaire. Cours de topographie.
Durand.	Cours d'architecture.
Neveu.	Dessin de la figure et du paysage.
Andrieux.	Cours de grammaire et belles-lettres.

RÉPÉTITEURS.

Ampère. . . . . . Reynaud.	Analyse et mécanique.
Binet.	Géométrie descriptive et analyse appliquée à la géométrie.
Gay-Lussac. . . . Drappier.	Chimie.
Merimée. . . . . . Lemire (frères) . .	Dessin de la figure et du paysage.
Clerc.	Dessin de la carte. (*Chef de topographie.*)
Girard, Cauché, Delaunay, ...	*dessinateurs.*

TABLE

Des matières contenues dans le premier volume de la *Correspondance* sur l'Ecole Polytechnique.

Ce volume est composé de dix numéros qui ont paru à différentes époques, depuis le mois d'avril 1804 jusqu'au même mois de l'an 1808. Douze planches, dessinées par M. *Girard*, sont jointes à ce volume.

No. 1er. *Germinal an* 12 (*Avril* 1804).

§. Ier.

§. II.

§. III.

---

(1) Voyez le 14e. cahier in-4o. du Journal de l'Ec. Polytechn. pag. 130.

§. IV.

No. 2. *Fructidor an* 12 (*Septembre* 1804).

§. Ier.

§. II.

(1) Le 4e. numéro (pag. 93—127) contient l'état nominatif des élèves admis à l'Ecole Polytechnique et dans les services publics depuis la création de l'Ecole (mars 1795, voyez pag. 127) jusqu'au 1er. frimaire an 11 (décembre 1802).

No. 3. *Pluviose an* 13 (*Février* 1805).

§. Ier.

§. II.

§. III.

§. IV.

N°. 4. *Messidor an* 13 (*juillet* 1805).

N°. 5. *Frimaire an* 14 (*décembre* 1805).

N°. 6. (*Juillet* 1806).

§. Ier.

§. II.

§. III.

§. IV.

N°. 7. *Janvier* 1807.

§. Ier.

N°. 9. *Janvier* 1808.

§. I et II.

§. III.

§. IV.

§. V.

N°. 10. *Avril* 1809.

§. Ier.

§. II.

§. III.

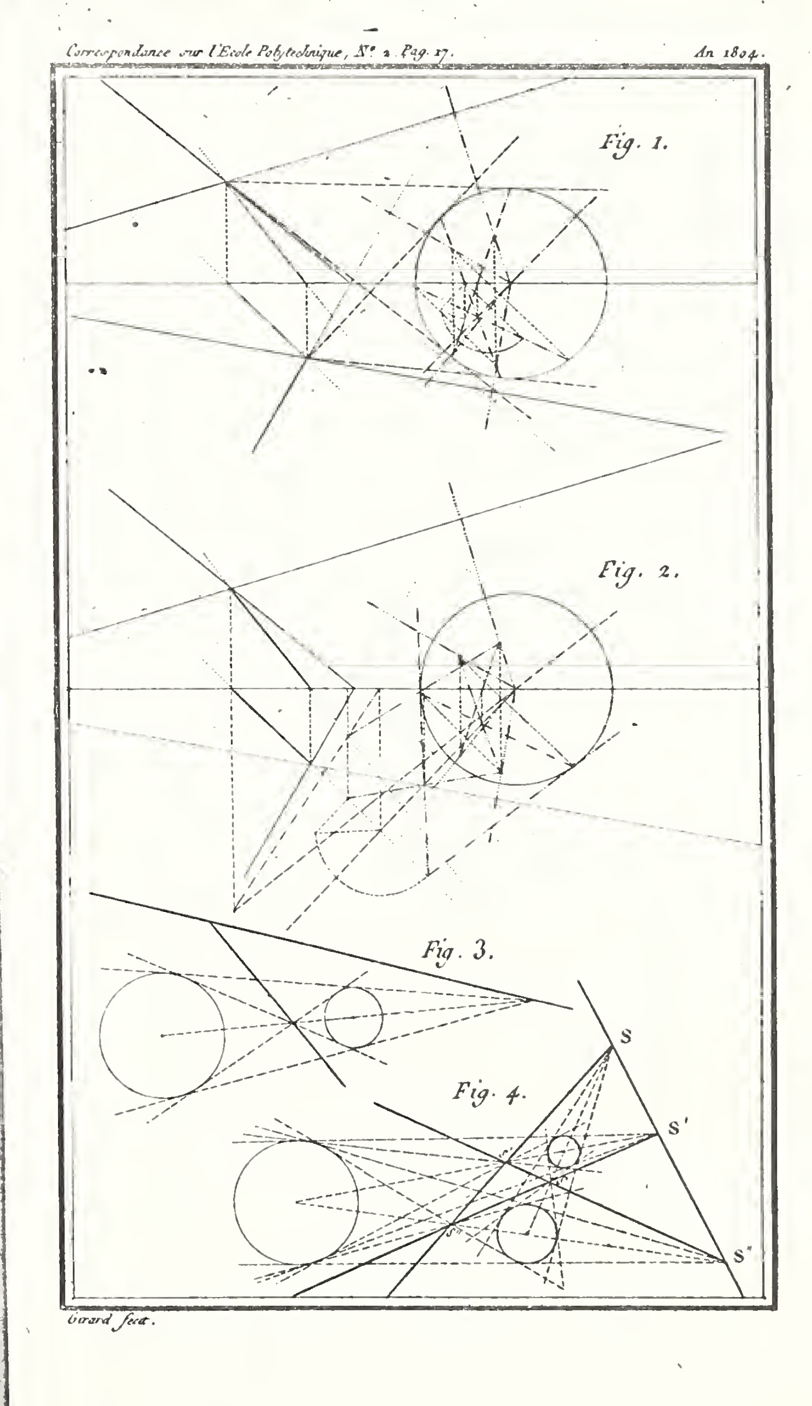
§. IV.

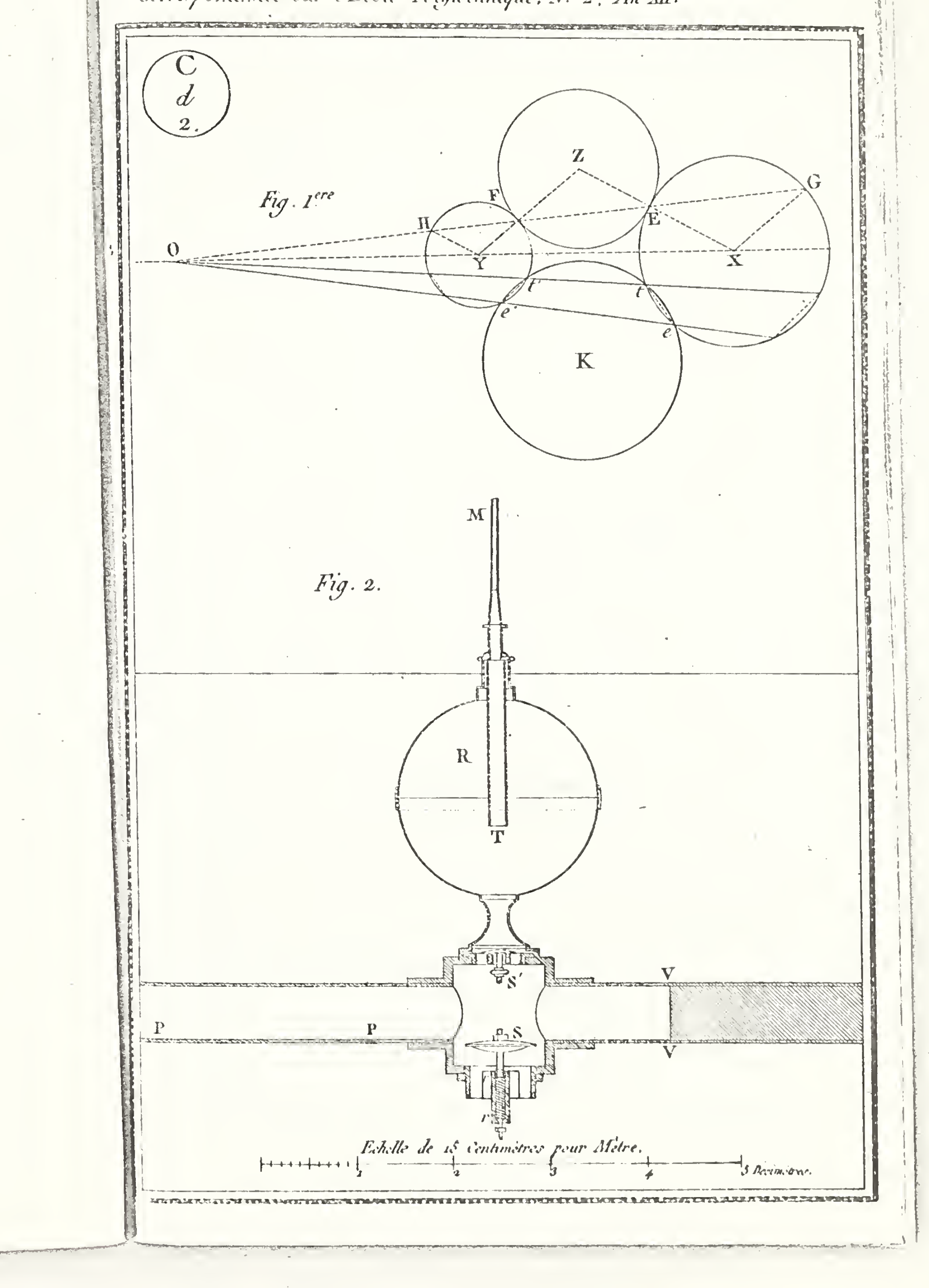
§. V.

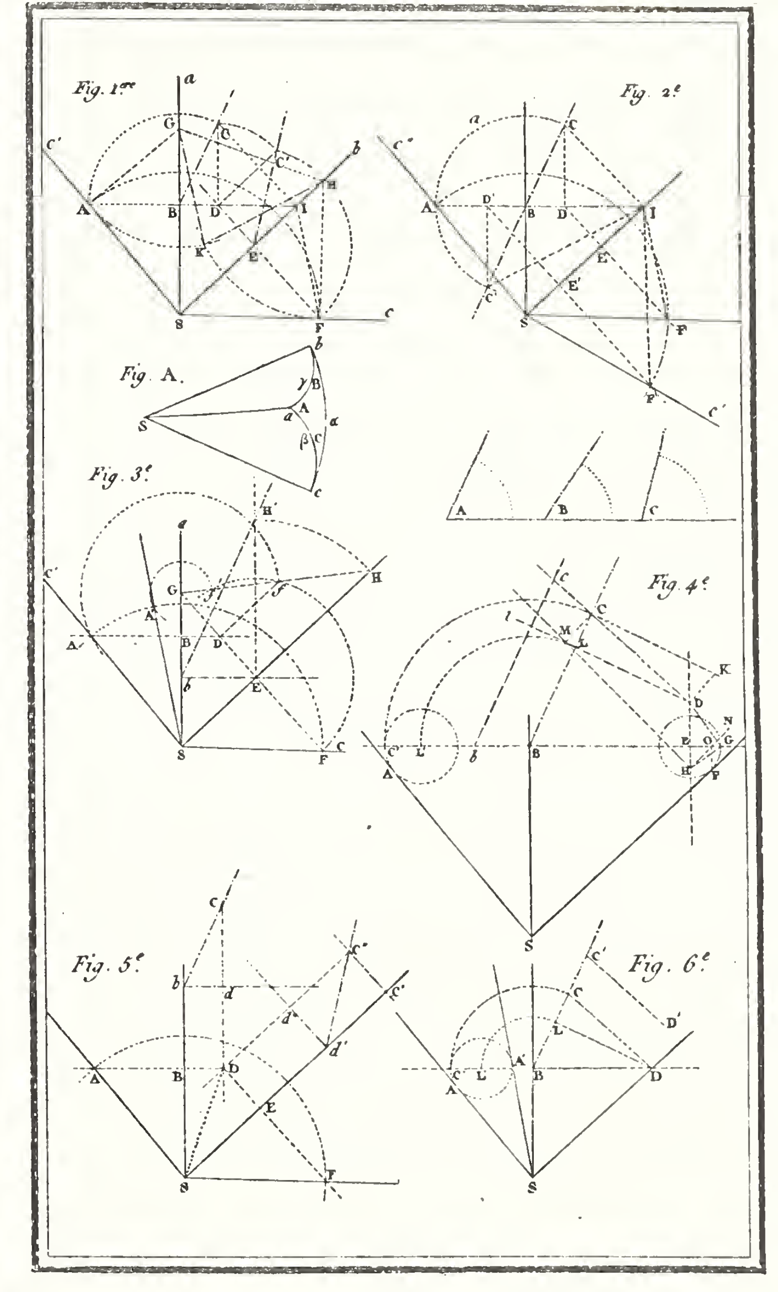
FIN.

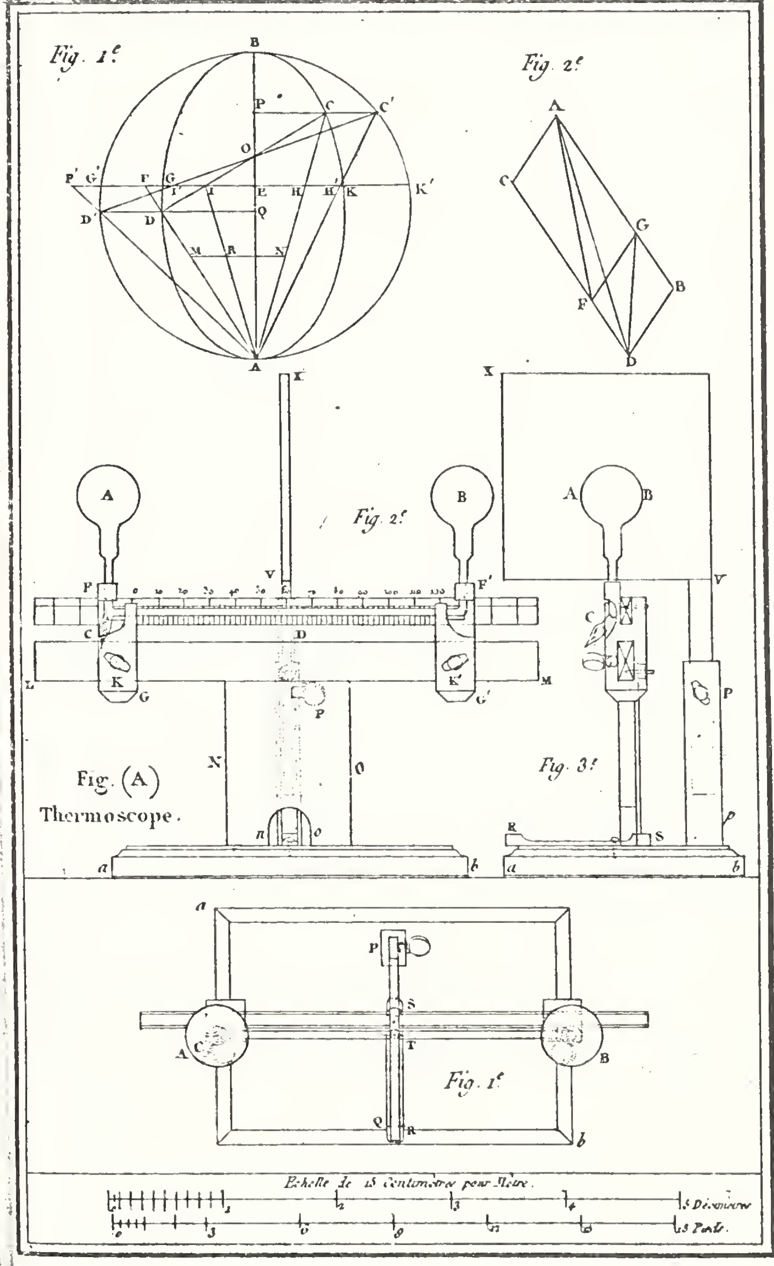
Avis au Relieur.

On placera chaque Planche à la suite du numéro dont elle fait partie.



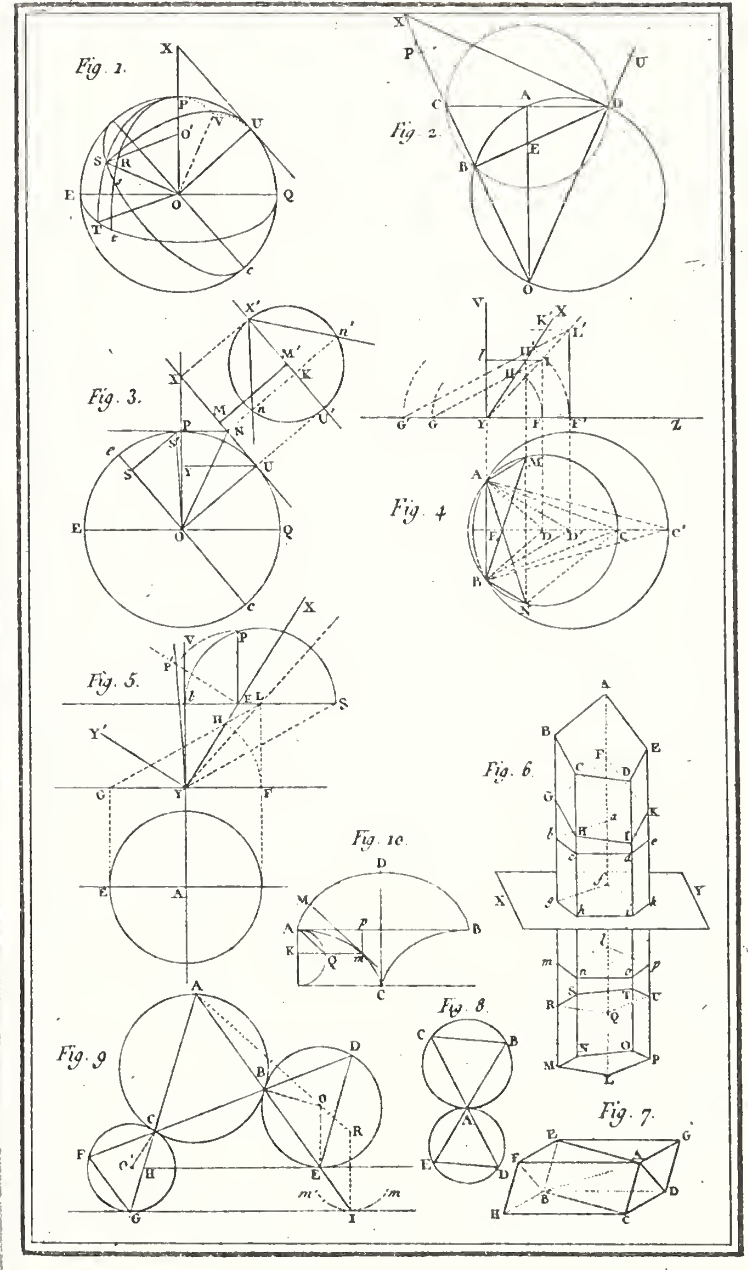

C
d
2.
Fig. 1.ere
Z
F
G
H
E
O
Y
X
t'
t
e'
e
K
M
Fig. 2.
R
T
S'
V
P
P
S
V
Echelle de 15 Centimètres pour Mètre.
1
2
3
4
5 Decimètres.

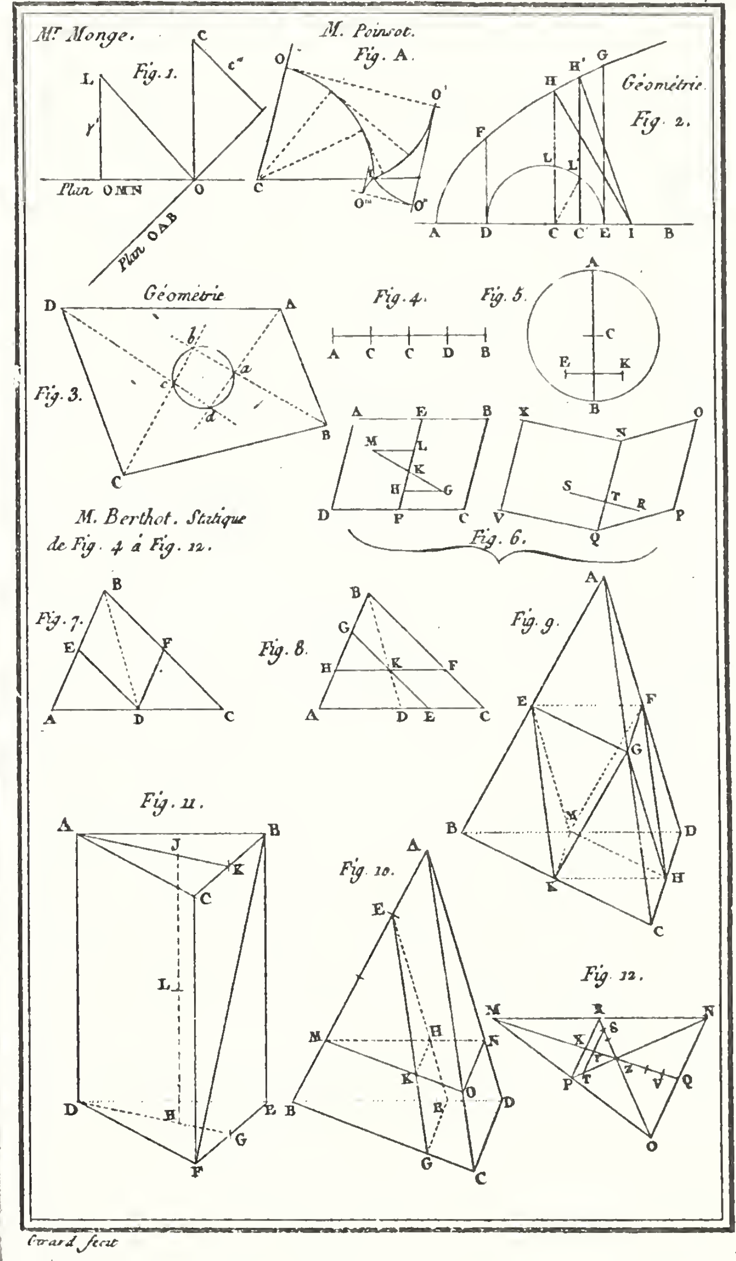

Fig. 1.re
Fig. 2.e
Fig. A.
Fig. 3.e
Fig. 4.e
Fig. 5.e
Fig. 6.e


Fig. 1.e
B
P
C
C'
O
P' G'
F
G
I'
I
E
H
H'
K
K'
D'
D
Q
M
R
N
A
Fig. 2.e
A
C
G
B
F
D
X
A
B
Fig. 2.e
V
F
F'
C
D
L
K
G
K'
G'
M
P
N
O
Fig. (A)
Thermoscope.
n
o
a
b
X
A
B
V
C
P
Fig. 3.e
R
S
p
a
b
a
P
S
T
A
C
B
Fig. 1.e
Q
R
b
Echelle de 15 Centimètres pour Mètre.
5 Décimètres
5 Pieds.

Statique. Fig. 1.re

Géométrie. Fig. 2.e


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9
Fig. 10.



Girard fecit

Nouvelle Route d'Italie par le Simplon.

Nivellement,

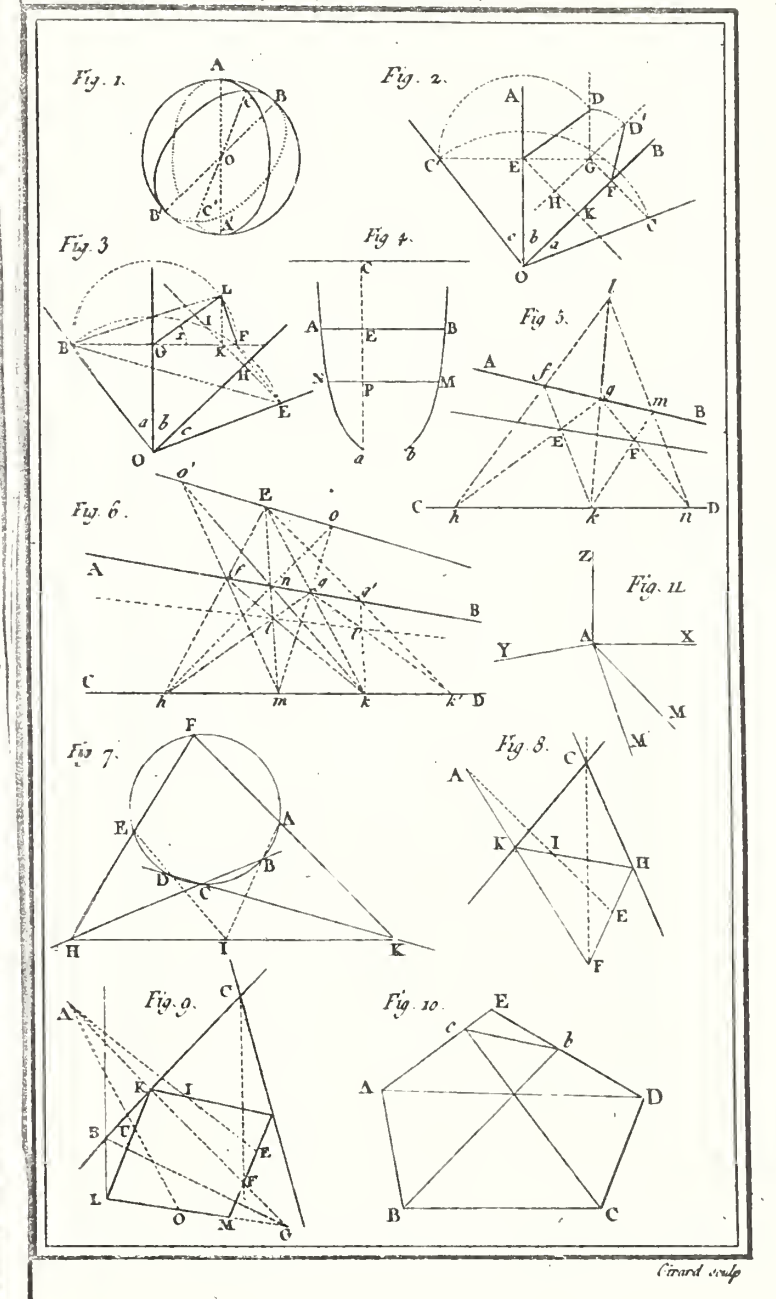
depuis Brigg par le Simplon jusqu'à Domo d'Ossola,
d'après les dessins de M. Cordier, Ingénieur.

Distance de Gliss à Algaby .... 36000 mèt.
Distance d'Algaby à Domo-d'Ossola..... 35000 ....
} .... Longueur totale de la Route 71000 Mètres.

Point Culminant.
où se trouve l'Hospice.
Brigg et Gliss.
Lac Leman.
Mer.
1226. 24
1224. 57
333. 28
209. 32
3. 6
Pont de la Saltina.
702. 95
571. 07
571. 07
point commandé sur la Saltina.
Pont de Ganter.
2005.m 56.
Mer.
Village du Simplon.
526. 24
716. 4
201. 34
Alpion ou Frascinodi.
Buliago.
Algaby.
Trasquera.
550. 00
Pont de Cheravsca.
Entrée de la gorge.
2299.m 47.
Domo-d'Ossola.
Lac Majeur.
Mer.

Echelle d'un Millimètre pour 60 Mètres.

300 1200 1800 3600 7200 Mètres.



Girard sculp.

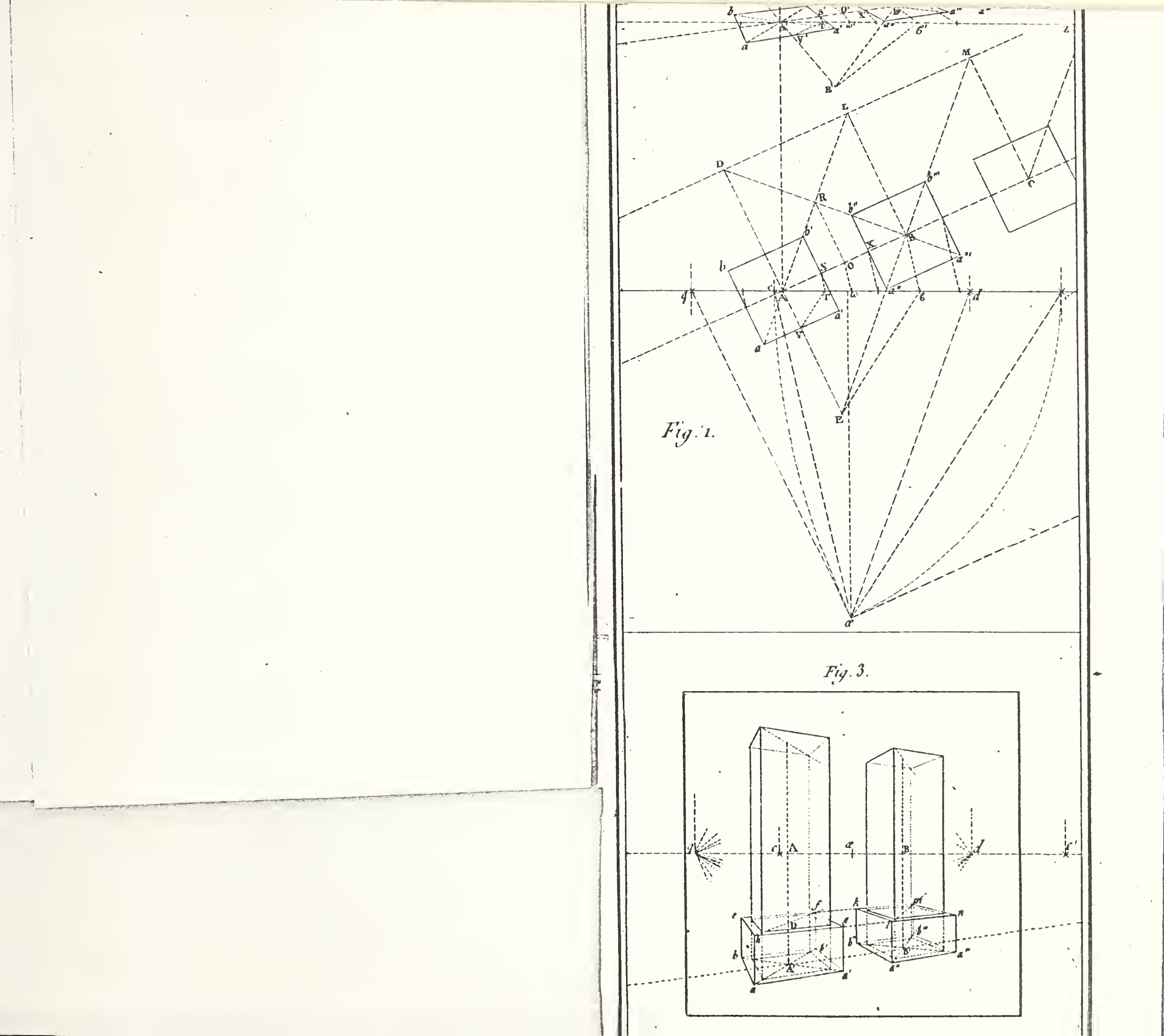


Fig. 1.
Fig. 3.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. (d).

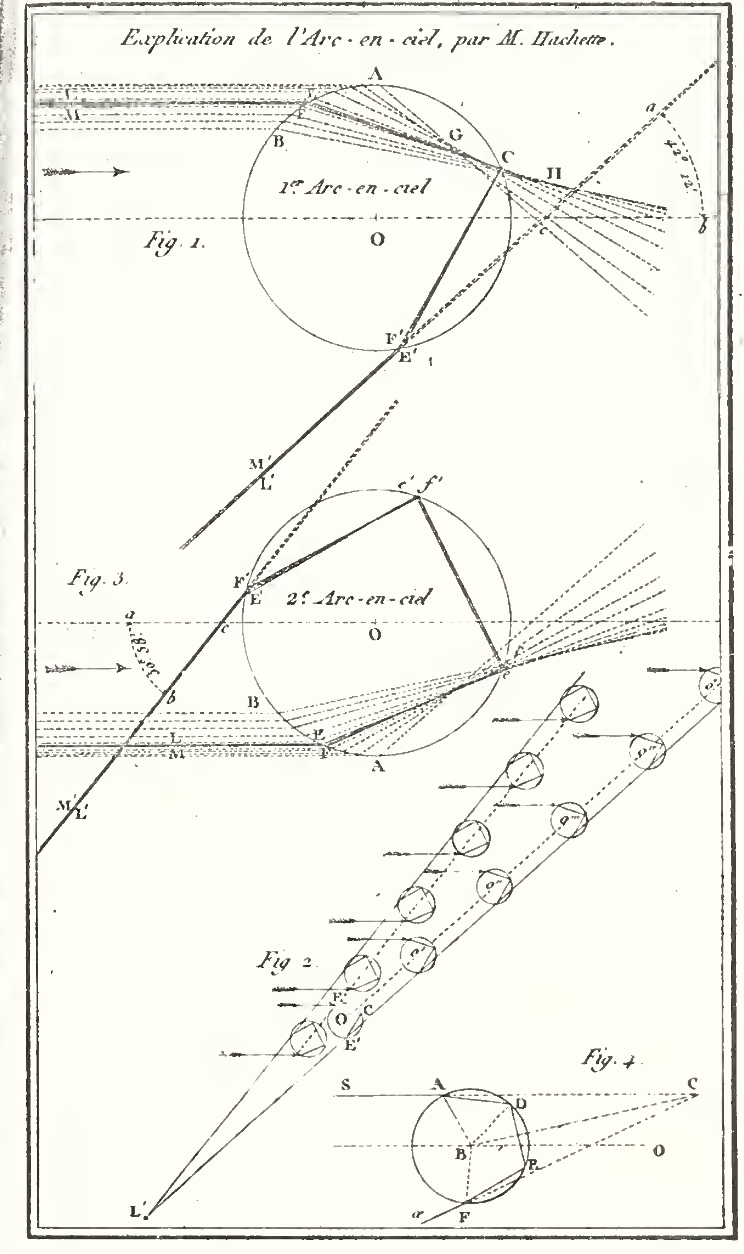
Fig. (b).

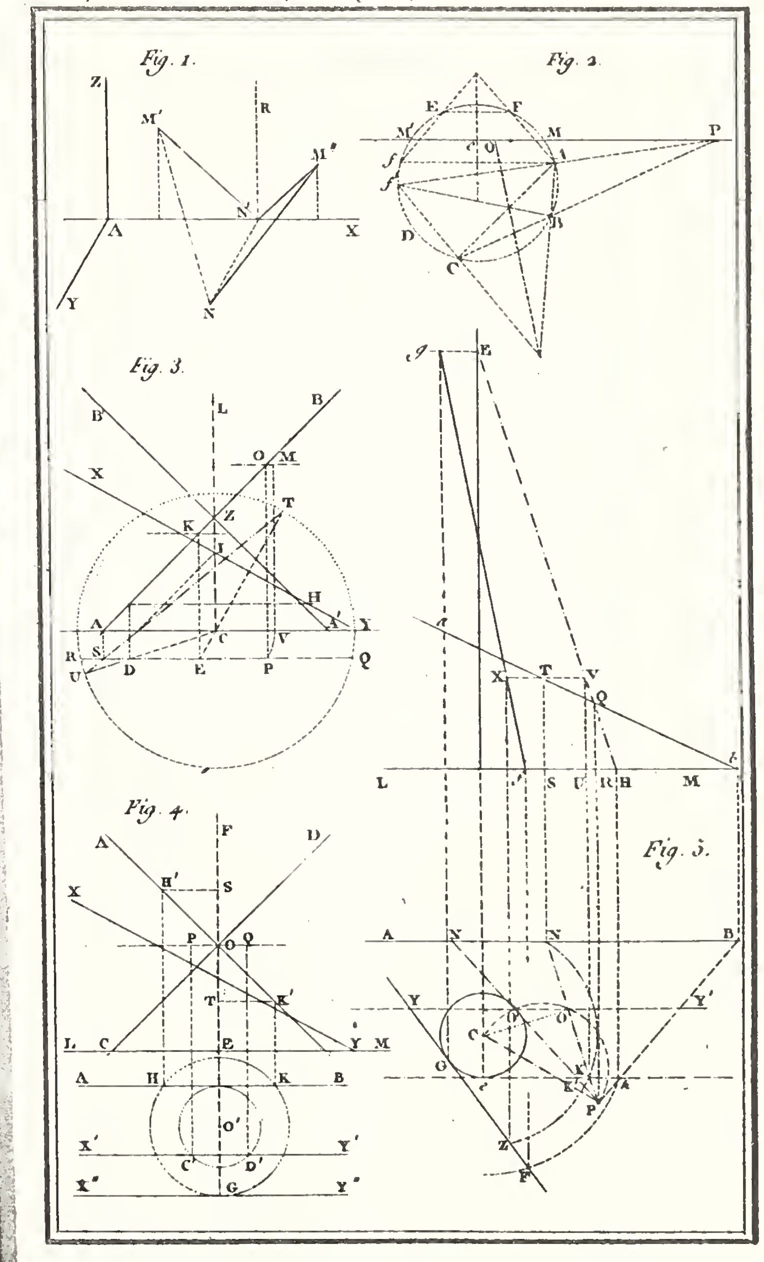
Fig. (c).

Fig. (a).

Fig. 7 comprenant les Figures (a), (b), (c), (d).

0 1 2 3 Décimètres.


Explication de l'Arc-en-ciel, par M. Hachette.
1.er Arc-en-ciel
Fig. 1.
42° 12'
2.e Arc-en-ciel
Fig. 3.
50° 58'
Fig 2.
Fig. 4.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.

